



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de Terrenos Agrícolas para Determinar la vulnerabilidad ante inundaciones del río Huancané de la Parcialidad Luriata, Provincia Huancané - Puno”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR(ES):

Lipa Ortiz, José David (ORCID: 0000-0002-6362-8917)
Vilca Jara, Néstor Isaías (ORCID: 0000-0001-7196-8615)

ASESOR(A):

Mg. Arévalo Vidal, Samir Augusto (CÓDIGO ORCID: 0000-0002-6559-0334)

LINEA DE INVESTIGACION:

DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO

CIUDAD DE LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

En primer lugar a mis padres, abuelos, a mi hija samantha, mi pareja, a quienes debo todo, y el gran apoyo que me dan, y el entusiasmo que me dan todos mis seres queridos y la confianza que tienen en mí.

(José David, Lipa Ortiz)

A mis padres, directamente a mi madre Lucina Jara de Vilca quien en todo momento me brindó su apoyo absoluto. A mi hermana Mariluz Judith Vilca Jara por ser siempre una fuente de motivación y ayuda con la que siempre puedo contar.

(Néstor Isaías, Vilca Jara)

AGRADECIMIENTO

Queremos dar gracias por darnos la oportunidad de participar en el Programa de Titulación de la Universidad Cesar Vallejo

En especial a Mg. Susy Giovana Ramos Gallegos que nos instruyó como asesor al inicio, para continuar con el desarrollo de esta investigación

A los moradores de la localidad de la Parcialidad de Iuriata Provincia de Huancané – Puno, por permitirnos el ingreso desinteresado a su localidad para recolectar la información necesaria.

Por último, a todos los que nos apoyaron para continuar con el normal desarrollo de esta investigación, nuestros más sinceros agradecimientos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
INDICE DE CONTENIDOS.....	IV
INDICE DE TABLAS.....	VI
INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
I.- INTRODUCCION.....	3
II.- MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	6
2.2 DEFINICION TEORICA.....	16
III.- METODOLOGÍA.....	29
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.2. VARIALBES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	30
3.3. POBLACION (CRITERIOS DE SELECCIÓN), MUESTRA, MUESTREO, UNIDAD DE ANALISIS.....	33
3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	34
3.5. PROCEDIMIENTO.....	40
3.6. METODO DE ANALISIS DE DATOS.....	41
3.7. ASPECTOS ETICOS.....	42
IV.- RESULTADOS.....	43
V.- DISCUSIÓN.....	145
VI.- CONCLUSIONES.....	146
VII RECOMENDACIONES.....	148
REFERENCIAS.....	149
ANEXOS.....	155

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Criterios de Diseño Generalizado para Estructuras de Control de Agua	18
Tabla 2	Factores Del coeficiente n según la tabla de Cowan	20
Tabla 3	Se tiene los Parámetros en corrientes naturales donde no es uniforme el ancho de la sección transversal	20
Tabla 4	Descripción, Valor y estrato de las Áreas de Riesgo	24
Tabla 5	Determinando la “Vulnerabilidad Físico”	26
Tabla 6	Matriz de peligro y vulnerabilidad	28
Tabla 7	Coordenadas de área de estudio	34
Tabla 8	Magnitudes y Rangos de Validez	39
Tabla 9	Coeficiente de validez por juicios de expertos	39
Tabla 10	Límites de consistencia de los estudios realizados C-1	48
Tabla 11	Clasificación SUCS ASTM D2487: C - 1	49
Tabla 12	Límites de consistencia de estudios realizados C- 2	50
Tabla 13	Clasificación SUCS ASTM D2487: C - 2	50
Tabla 14	Límites de consistencia de estudios realizados C- 3	51
Tabla 15	Clasificación SUCS ASTM D2487: C - 3	51
Tabla 16	Resultados de laboratorio	52
Tabla 17	Resultados generales de laboratorio	52
Tabla 18	Orden de ríos	65
Tabla 19	Valores referenciales	67
Tabla 20	Áreas parciales y acumuladas para elaboración de Curva Hipsométrica	69
Tabla 21	Altitud más frecuente: Porcentaje de Incidencia	70
Tabla 22	Rectángulo equivalente de la cuenca del rio Huancané	72
Tabla 23	Rangos aproximados de pendiente media del cauce principal	73
Tabla 24	Rangos aproximados de pendiente media de la cuenca	73
Tabla 25	Datos de precipitaciones Históricas - Estación Huancané	75 - 76
Tabla 26	Datos de precipitaciones Históricas - Estación Putina	76 - 77
Tabla 27	Datos de precipitaciones Históricas - Estación Muñani	78 - 79
Tabla 28	Datos de precipitaciones Históricas - Estación Moho	79 -80
Tabla 29	Datos de precipitaciones Históricas - Estación Cojata	81 -82
Tabla 30	Datos de precipitaciones Históricas - Estación Ananea	82 -83
Tabla 31	Resumen de precipitaciones Históricas	84
Tabla 32	Polígono de Thiessen	87
Tabla 33	Resúmenes mensuales precipitaciones máximas mensuales (mm) periodo 1965-2012	88
Tabla 34	Resumen de Precipitaciones máximas anuales	90 - 91
Tabla 35	Distribución de Gumbel	92
Tabla 36	Tabla de conversiones menores a 24 horas P. M. P	93

Tabla 37	Tabla de Intensidades para periodos de retorno diferentes	93
Tabla 38	La aplicación de Regresión	97
Tabla 39	Tabla de intensidad para diferentes periodos de retorno	99
Tabla 40	Coeficientes de escorrentía, según Benifez et al (1980)	100
Tabla 41	Tipo de suelo Según geogpsperu	101
Tabla 42	Tipos de suelo	103
Tabla 43	Coeficiente de escurrimiento	104
Tabla 44	Resultados de simulación en variables periodos de retorno	109
Tabla 45	Numero de Curva SCS para cuencas en condición de humedad media	116
Tabla 46	Resultados de simulación con HEC – HMS para diferentes periodos	121
Tabla 47	Coeficientes de Manning	125
Tabla 48	Clasificación de suelos.	142
Tabla 49	Capacidad Portante	146

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Tipo y cuantía de eventos registrados a partir de 1970 al 2011.	12
Figura 2	Propensas áreas a Inundación en el Perú	13
Figura 3	Modelamiento HEC - RAS	23
Figura 4	Área de intervención	33
Figura 5	Calicata de Exploración N° 01	36
Figura 6	Calicata de Exploración N° 02	36
Figura 7	Calicata de Exploración N° 03	37
Figura 8	Vista de puntos críticos en el talud de la zona de estudio	44
Figura 9	Erosión propia del rio y el hombre	45
Figura 10	Troca carrozable en el talud de la defensa riverena	45
Figura 11	Erosión propia del rio y el hombre	46
Figura 12	Drenaje al rio de aguas de oxidación	46
Figura 13	Extracción de muestra M-01	48
Figura 14	Extracción de muestra M-02	49
Figura 15	Extracción de muestra M-03	50
Figura 16	Estudios topográficos con dron	54
Figura 17	Estudios topográficos con estación total	54
Figura 18	Ortofoto topográfica del cauce de estudio	55
Figura 19	Levantamiento Topográfico del cauce del rio (Fotogrametría)	55

Figura 20	Levantamiento Topográfico Terrenos agrícolas (Ortofoto)	56
Figura 21	Levantamiento Topográfico Terrenos agrícolas vista 2 (Ortofoto)	56
Figura 22	Levantamiento Topográfico sección 01 del cauce Progresiva 0+000	57
Figura 23	Levantamiento Topográfico sección N° 02 del cauce progresiva 1+925	57
Figura 24	Levantamiento Topográfico sección N° 03 del cauce progresiva 3+850	58
Figura 25	Ubicación del proyecto de estudio	59
Figura 26	Cuenca del río Huancané – Delimitación, Extracción de área de estudio (Ach. DEM)	60
Figura 27	Área de la cuenca	61
Figura 28	Distancia del cauce principal	62
Figura 29	Clasificación de ríos de la cuenca	65
Figura 30	Zonas parciales y acumuladas para elaboración de la curva hipsométrica	69
Figura 31	Curva Hipsométrica de la cuenca del río Huancané	70
Figura 32	Polígono de frecuencias de la cuenca del río Huancané	71
Figura 33	Pendiente Media de la Cuenca	74
Figura 34	Estaciones pluviométricas en ArcGIS	86
Figura 35	Proyecciones de Mediatrices	86
Figura 36	Delimitación de la cuenca con sus proyecciones	87
Figura 37	Histograma de frecuencias máximas	89
Figura 38	Dispersión para 2 años	94
Figura 39	Dispersión para 10 años	95
Figura 40	Dispersión para 50 años	95
Figura 41	Dispersión para 100 años	96
Figura 42	Dispersión para 200 años	96
Figura 43	Dispersión para 500 años	97
Figura 44	Dispersión conjunta de regresiones	98
Figura 45	Curva IDF de la cuenca para diferentes periodos de retorno	99
Figura 46	Tipo de uso de suelo Según geogpsperu	101
Figura 47	Cobertura vegetal Según MINAM	103
Figura 48	Distancia del cauce principal del punto más alejado	105
Figura 49	Determinación del punto más bajo y más alto de la cuenca de estudio	106
Figura 50	Cálculo con su periodo de retorno	107
Figura 51	Coeficiente de escurrimiento hidroesta	108
Figura 52	Caudal máximo hidroesta.	109
Figura 53	Áreas de la subcuenca (cuenca dividida).	111
Figura 54	Componentes del modelo hidrológico en HEC-HMS	112
Figura 55	Esquema de ingreso de la cuenca y subcuencas	113

Figura 56	Asignación de uniones con sub cuencas y ríos De descarga	114
Figura 57	Asignación de áreas	115
Figura 58	Asignación de precipitaciones para los diferentes periodos de retorno	118
Figura 59	Asignación de modelos meteorológicos para diferentes periodos de retorno	119
Figura 60	Resultados de asignación de control de datos para el corrimiento del programa	120
Figura 61	Resultados de para un periodo de retorno de 50 años	121
Figura 62	Creación de nuevo proyecto	122
Figura 63	Importación de datos topográficos de civil3d	123
Figura 64	Vista de la sección importada al HecRas	124
Figura 65	Procesamiento de datos	126
Figura 66	Procesamiento de datos	127
Figura 67	Procesamiento de datos	128
Figura 68	Procesamiento de datos	128
Figura 69	Sección transversal del rio	129
Figura 70	Perfil longitudinal de rio	131
Figura 71	Curva de gasto	132
Figura 72	Curva de gasto	132
Figura 73	Vista en perspectiva x,y,z	133
Figura 74	Vista en perspectiva por diferentes colores	133
Figura 75	Importación de datos topográficos de civil3d	135
Figura 76	Vista de la inundación topografía cause y terrenos agrícolas	136
Figura 77	Sección de perfil incluyendo terrenos agrícolas inundados	137
Figura 78	Perfil longitudinal de cause principal con máximas avenidas	138
Figura 79	Vista para la exportación del HEC-RAS al HEC-GEORAS	139
Figura 80	Venta de llamamiento de importación del Hec-Ras al Hec-GeoRas	140
Figura 81	Venta de conversión	141
Figura 82	Exportación de datos geométricos del cauce	141

RESUMEN

Se ha puntualizó en el presente trabajo de investigación, lo que es identificar áreas con riesgo por inundación (desborde), generado por el Río Huancané, además de determinar el nivel de peligro, al Analizar la Vulnerabilidad de los terrenos agrícolas adjuntas y establecer como propuesta correcciones estructurales y no estructurales (defensa riverena) del sector de parcialidad luriata en el rio Huancané - 2021

Se evaluó las zonas de peligrosidad de del Río Huancané específicamente en el tramo (PUENTE TUMANTA JINCHUYO – PUENTE KEACHI (3.85 KM) y se analizó la vulnerabilidad de los sectores agrícolas, donde también se encuentran familias.

En este trabajo de investigación se utilizó la metodología tipo aplicada, con una serie de niveles que se interpretan de forma explicativo y con un diseño que es no experimental pero de corte transversal, en otras palabras, observamos los fenómenos que ocurren en el medio natural, donde directamente serán evaluados y analizados.

Este estudio se considera transversal ya que hemos recolectado datos específicos, en un único tiempo, a partir de la aplicación de tabla, se analizó y se evaluó los datos obtenidos en campo. Hemos usado la técnica de observación, también los datos meteorológicos se han recopilado, y se ha usado la cartografía de INDECI, CEPPLAN y CEDEPAS, y programas de modelamiento como son el HECRAS, IBE y ArcGIS,

Se ha procesado todos los datos obtenidos en campo y los resultados de gabinete se ha llegado a la conclusión de que el nivel de peligrosidad es alto, por lo que se propone un diseño estructural, para que evite una inundación del rio Huancané de la zona de parcialidad luriata, custodiando a los moradores cercanos y las áreas de cultivo, ya que estas se encuentran en peligro de inundación si el rio se desborda ante un evento de la crecida a causa de las intensas lluvias presentadas en los últimos años. Entonces llegamos a la conclusión, de que este esfuerzo que se ha investigado identifica áreas clave y establece estructuras como defensas riverenas apropiadas para el beneficio de la gente del sector de parcialidad luriata. Entonces decimos que de los resultados obtenidos del Rio Huancane, el nivel de peligro es alto.

Palabras clave: Vulnerabilidad, riesgo, peligro, cauce, inundación.

ABSTRACT

It has been specified in the present research work, which is to identify areas at risk of flooding (overflow), generated by the Huancané River, in addition to determining the level of danger, when Analyzing the Vulnerability of the attached agricultural lands and establishing as a proposal structural and non-structural corrections (rivereña defense) of the Luriata partiality sector in the Huancané river - 2021

The dangerous areas of the Huancané River were evaluated specifically in the section (PUENTE TUMANTA JINCHUYO - PUENTE KEACHI (3.85 KM) and the vulnerability of the agricultural sectors, where families are also found, was analyzed.

In this research work, the applied standard methodology was used, with a series of levels that are interpreted in an explanatory way and with a design that is non-experimental but cross-sectional, in other words, we observe the phenomena that occur in the natural environment, where they will be directly evaluated and analyzed. This study is considered cross-sectional since we have collected specific data, in a single time, from the application of the table, the data obtained in the field was analyzed and evaluated. We have used the observation technique, meteorological data has also been collected, and the cartography of INDECI, CEPPLAN and CEDEPAS has been used, and modeling programs such as HECRAS, IBE and ArcGIS,

All the data obtained in the field have been processed and the results of the office have concluded that the level of danger is high, so a structural design is proposed to avoid a flooding of the Huancané river in the area of Luriata partiality, guarding the nearby inhabitants and the cultivation areas, since these are in danger of flooding if the river overflows before a flood event due to the intense rains that have occurred in recent years. So we come to the conclusion that this research effort identifies key areas and establishes structures such as riverine defenses appropriate for the benefit of the people of the Luriata sector. So we say that from the results obtained from the Huancane River, the level of danger is high.

Keywords: Vulnerability, risk, danger, channel, flood

I INTRODUCCION

La investigación titulada “EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DE LA PARCIALIDAD DE LURIATA, HUANCANÉ - PUNO” Surge de la necesidad de poder identificar las zonas agrícolas afectadas por las inundaciones, regular y gestionar el control del río Huancané, que cuando las lluvias son intensas llega a rebalsar en diferentes zonas, afectando directamente al proceso de crecimiento agrícola y por ende de los agricultores.

El **objetivo** a lo que queremos llegar en este trabajo de investigación es de identificar toda las características, pendientes, etc. de la zona y una vez obtenidos los datos de campo. Iniciar la variedad de cálculos, y así podremos determinar las propiedades hidráulicas, obteniendo como dato un caudal máximo para un específico período de retorno de cincuenta años, así como también que zonas Agrícolas que zonas puedan inundarse en épocas de avenidas, en la segunda etapa veremos los estudios que realizaremos en gabinete. Los datos obtenidos en campo, la topografía, pendiente del terreno, longitud del río en investigación, ancho del río, secciones del río nos servirán para realizar el modelamiento en los programas ArcGIS, HEC RAS, IBER y otros.

Se ha obtenido resultados en los tramos de estudio, donde se muestra en que zonas se podría ver desbordes del río Huancané, donde se ha procesado su modelado con un caudal máximo de $Q=35,572.93 \text{ m}^3/\text{seg}$ de acuerdo al método estadístico con precipitaciones pluviales máximas instantáneas en veinte cuatro horas para un determinado período de años, en si cincuenta años. **Realidad problemática** de la Parcialidad de Luriata, es localizada a una altura de 3825 msnm, zona que se encuentra en constante peligrosidad de inundación, razón por la cual los pobladores están a la defensiva, las elevadas modificaciones de los caudales que fluye en los meses de enero hasta marzo son altos, que por esa condición pueden causar una gran inundación en la zonas de cultivo en cualquier momento, específicamente en la vegetación natural y casas de los pobladores aledaños al río, esta Cuenca del río Huancané traspasa por las zonas de agricultura de la Parcialidad de Luriata y parte del Distrito de Huancané, formando como una fuente principal de curso de agua. Exponiéndose a posibles inundaciones cuando las lluvias sean intensas. Por otro lado se ve que adyacentes al río Huancané existe casas, zonas de sembrío agrícola y

pecuaria. En tiempos secos, en los meses de abril a noviembre, el flujo de agua se encuentra con un caudal mínimo, donde solo se ve el agua de los manantiales. Sin embargo, en época de lluvias, entre los meses de diciembre a marzo, el caudal se incrementa considerablemente, lo que impide el paso por los badenes existentes, ocasionando inundaciones en las zona vulnerables, el problema de las inundaciones en las zonas agrícolas es por qué falta de defensas ribereñas, se sabe también que en toda la zona de estudio no se tiene datos relevantes para realizar un análisis de las inundaciones en toda la zona de estudio originado las lluvias intensas conocidas técnicamente como precipitaciones pluviales máximas

Definimos como el **problema General** a la evaluación de Terrenos agrícolas ante la inundación de estos por desborde del río Huancané, y por ende determinar los Terrenos inundables de la Parcialidad de Luriata para cuantificar los posibles riesgos originados por las inundaciones en los distintos períodos de retorno. **Los problemas específicos** vendrían a ser: Inundación de terrenos agrícolas de otros sectores, Inundación de zonas urbanas por el desborde, Bloqueo de vías de tránsito vehicular como de caminos de herradura, Inundación de terrenos de pastoreo, así como también graficar la topografía con todas sus características y determinar las características hidráulicas del río Huancané, el Tramo estudio comprende desde el puente TUMANTA JINCHUYO (0+000) hasta el PUENTE KEACHI (3+850 KM), en todo este tramo realizaremos un modelamiento hidráulico de las zonas vulnerables a inundación para proponer como plan de contingencia estructuras hidráulicas para contrarrestarlas. Respecto a las **justificaciones**, encontramos la identificación de todas la zonas de inundación y establecer zonas de mayor vulnerabilidad a inundaciones para un período de retorno de cincuenta años, en todo el tramo de estudio, para mitigar los desastres producidos por inundaciones en los terrenos agrícolas y población, resulta importante, porque los resultados de este modelamiento hidráulico nos brindan conocimientos, por ejemplo hasta que caudal de máximas avenidas puede soportar las defensas rivereñas propuestas, sin causar su falla ni el peligro de inundaciones y así poder realizar obras civiles para contra restar las inundaciones. Donde se tiene como **Objetivo general**, determinar la vulnerabilidad ante inundaciones del río Huancané del tramo que inicia en el PUENTE TUMANTA JINCHUYO (0+000) – PUENTE KEACHI (3+850 KM)) en los terrenos agrícolas de la

Parcialidad de Luriata y parte de la población de Huancané y como **Objetivo específico**, decimos que es determinar la topográfica y características hidráulicas del río Huancané TRAMO PUENTE TUMANTA JINCHUYO (0+000) – PUENTE KEACHI (3+850 KM), como segundo objetivo específico a lo que queremos llegar es simular una serie de inundaciones haciendo uso del programa Hec-ras e Iber, y finalmente como tercer objetivo específico es ejecutar el modelamiento hidráulico de zonas vulnerables a inundación para proponer un encauzamiento o tal vez proponer una estructura de protección como una defensa ribereña. Y como **Hipótesis general**, tenemos la evaluación de terrenos agrícolas para determinar la vulnerabilidad ante inundaciones del río Huancané TRAMO PUENTE TUMANTA JINCHUYO – PUENTE KEACHI (3.85 KM); este estudio permitirá proponer obras de prevención sostenibles. Como Hipótesis específica, tenemos la de evaluar parámetros hidrológicos que tanto inciden directamente en la idea de proponer la construcción de obras civiles, como siguiente hipótesis específica tenemos la de evaluar los estudios geotécnicos que inciden directamente en la propuesta de construir de obras civiles, y finalmente identificar las áreas que son vulnerables a una inundación por causa de intensas lluvias conocidas técnicamente como precipitaciones pluviales, todo esto gracias a a los programas de modelamiento hidráulico, que permitirán la identificación de estas zonas expuestas a inundaciones.

II MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE INVESTGACION

Dentro del contexto científico de investigación de este proyecto mencionado anteriormente se tiene una síntesis de antecedentes investigados a **NIVEL INTERNACIONAL**, donde Vega – Serratos (2018), describió en su proyecto de estudio que el riesgo de inundación en zonas agrícolas en el río Champotón se dará por una evaluación estacional, cuenca de río que está ubicada en la parte central del estado de Campeche. Pertenece a la Región Hidrológica (RH) número 31 Yucatán Oeste; su superficie total es de 649 km², con una elevación máxima de 120 msnm. Limita al norte con la RH número 32 Yucatán Norte, al sur con la RH número 30 Grijalva-Usumacinta, y al este y oeste con el Golfo de México, con el **objetivo** de desarrollar una metodología que permita evaluar el riesgo por inundación en áreas de uso agrícola. La **metodología** que se propone es de modelo bidimensional para obtener los parámetros de peligro, como la profundidad, duración y velocidad de la inundación. La **conclusión**, se generó una metodología aplicable a zonas con disponibilidad limitada de información de inundaciones en cultivos, sustentada en simulaciones hidrodinámicas bidimensionales.

De la misma forma Martínez (2018), describió en su tesis de estudio la elaboración de hidrogramas de crecidas de las cuencas de los ríos Tomebamba, Tarqui y Yanuncay desde el año 1997 - 2017, con el **objetivo** de recopilar información teórica de los modelos que relacionan el proceso de precipitación - escorrentía y hacer un análisis de los datos de las diferentes estaciones de las cuencas de los ríos, su **metodología**, tiene un enfoque cuantitativo, llegando a la **conclusión** de obtener hidrogramas de crecida en las cuencas de los ríos mencionados anteriormente, datos entre 1997 – 2017 entre lluvias y caudal de 186 eventos de crecida.

También tenemos a Mora (2016), que en su trabajo de investigación describe el modelamiento de zonas de inundación por medio de las herramientas hec-ras, georras y arc-gis, para el sector comprendido entre los municipios de corrales-paz de río a lo largo del río chicamocha, en el departamento de boyacá. De la Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia. Su **objetivo** es el de ejecutar un

modelamiento en áreas de desbordamiento por medio de tecnología (software): Hec-ras, Geo-ras, Arc-gis”. Donde **concluye** que se determinó la simulación del comportamiento hidrológico del Rio Chicamocha en un lapso de tiempos de cinco, veinte, cincuenta y cien años

También, Palacios (2016), en su trabajo de investigación describe que para en la cuenca de uno de los ríos de Quito, el análisis de riesgo de inundaciones debe modelarse con herramientas GIS, teniendo como **objetivo** de que el Uso de SIG determina el nivel de confianza de todos los datos obtenidos de todas evaluaciones de peligros ante inundaciones, llegando a una **conclusión** de que las elecciones correctas de evaluación de riesgos, se tomaron utilizando el sistema integrado de georreferenciación.

De la misma forma Aguilar (2016), En su tesis describe una comparación entre uso de geoceldas y gaviones y como una estructura de defensa de ribereña. Teniendo como **objetivo** determinar los parámetros para dicha comparación, porque para la erosión existen sistemas de revestimiento, llegando al más adecuado del río de estudio conocido como Zarumilla, el tipo de **investigación metodológica** fue cuantitativa. Como **conclusión** Aguilar determina que 15.3 kg/cm² es el esfuerzo de arrastre crítico para gaviones y 37.31 kg/cm², para geoceldas, lo que resulta que las geoceldas rellenas con concreto es el más correcto para la protección del río Zarumilla.

Por otro lado, Castrillón (2014), en su trabajo de investigación plantea que el río llamado Meléndez necesita una evaluación de algunas estrategias de manejo de inundaciones en la zona urbana, con el **objetivo** diseñar un diagnóstico de las inundaciones que se ha vuelto un problema en zonas urbanas, así como también formular para el control de inundaciones en la zona urbana, algunas estrategias y finalmente analizar el impacto de tres estrategias propuestas con el fin de tener el manejo directo de las inundaciones que se da en las áreas urbanas, todo esto en la cuenca del río conocido como Meléndez. La **metodología** de estudio tiene un enfoque cuantitativo, llegaron a la **conclusión**, para el escenario uno aumentar la capacidad hidráulica del río Meléndez y los canales, las estrategias planteadas reflejan un aumento del caudal transportado por el río hasta un 49%, lo que aumenta el riesgo de inundaciones por

desborde de canales, para el escenario dos incrementar la capacidad de almacenamiento en la cuenca del río Meléndez, las estrategias conducen a una disminución del caudal en un 61%, disminuyendo el peligro de inundaciones por desbordamiento del río en su área de sondeo, y para el escenario tres el dragado y una combinación de las estrategias de los escenarios uno y dos, no se muestran inundaciones en los puntos críticos lo que permite disminuir un 28% el caudal trasladado por el río en la autopista Simón Bolívar.

Sin embargo, Aguilar, y otros (2014) en su proyecto de investigación describe que para el río Chicama se debe realizar un diseño hidráulico y estructural, una defensa ribereña, alcanzando el **objetivo** de Implementar proyectos de diseño hidráulico y de diseño estructural para la defensa ribereña del río conocido como Chicama; se ha aplicado una **metodología** que es cuantitativa no experimental donde los datos estadísticos van en concordancia a los resultados medidos en investigaciones anteriores, Aguilar llega a una **conclusión** de que la información obtenida han sido procesados por el programa River según fue necesario, se determinó un caudal de diseño mediante métodos estadísticos obtenidos a partir de tres modelos probabilísticos. El modelo adoptado, como el Pearson III en fusión, está adaptado y proporciona un caudal de 1,134.84 m³/s.

Dentro de los antecedentes nacionales tenemos a Loyola (2019), que su proyecto de investigación plantea que para el río grande se debe verificar peligro por inundación en todo el tramo del río conocido como grande, con sus **objetivos** de evaluar el peligro del área determinada del río grande, cuán vulnerable puede llegar ser frente a los pobladores en zona fronteriza del lecho de la cuenca, y finalmente, proponer las intervenciones de tipo no estructural y estructural para reducir peligros de inundaciones. La **metodología** utilizada es cualitativa porque se realiza una tabulación toda la información recolectada en campo, determinando resultados cuantificados y porcentuales, llegando a la **conclusión**, el peligro a causa de Inundaciones ubicada en la quebrada del río grande, desde el tramo del Puente Cumbicus hasta el puente Candopata es (51 a 75 %), considerado como un peligro alto. Entonces Loyola define que la población que está dentro del radio de inundación se encuentra en peligro alto.

También mencionaremos a Mendoza, (2017), en su tesis de estudio evalúa el peligro de inundación en la río llamado romero, del distrito de Cajamarca, su principal **objetivo** es de que la quebrada romero ubicado en el distrito de Cajamarca, su nivel de peligro por inundación deber ser evaluado para tomar medidas de contingencia, para toda la población que se encuentra alrededor del río romero, con veinte seis 26 viviendas de muestra, se aplicó el principio de la observación y la elaboración de mapas, llegando a una **conclusión** de que la población que se encuentra alrededor del río, están vulnerables a una inundación de nivel alto.

Además, Tinoco (2017), para su maestría describe en su tesis un proceso de modelamiento en software para los peligros de inundación del río conocido como santa, ubicado en el sector de challhua de la ciudad de Huaraz, su **objetivo general**: es de estimar el peligro de inundación y la vulnerabilidad de todas las viviendas que se encuentran en el perímetro del río santa, la zona de muestreo fue en la provincia de Huaraz exactamente en la localidad de challhua, su **metodología** investigación fue planteada por el INDECI, se calculó un caudal máximo para diferentes periodos de retorno, en este estudio se realizó modelamiento en el área hidráulico con HecRAS y HecGeoRas estos programas determinar el zonas vulnerables de una cuenca de río. Tinoco llega a la **conclusión** de que se ha alcanzado niveles de agua caudales de 2.35 m/s y para 200 años de periodo de retorno fue de 4.16 m/s obteniendo una variación de 1.81 m/s. Se ha definido que en viviendas el 8.2% y en los módulos del mercado el 47.4 % están en peligro de inundación muy alto”.

Callale (2016), describe en su tesis el análisis del riesgo de desastres en zona urbana periférica en el Asentamiento Humano Lomas de Nocheto, Santa Anita, Lima, teniendo como **objetivo** ver los diferentes lineamientos son indispensables para elaborar un plan denominado gestión de riesgo del asentamiento humano de lomas de Nocheto, todo esto con el único propósito de bajar los niveles de peligro a lo que están expuestos los pobladores que se encuentran en el perímetro del río, evitando desastres y mejorando su planas de contingencia y desarrollo, llegando a la **conclusión** de que Lomas de Nocheto, que en asentamiento humano se ubica en una área de alto riesgo.

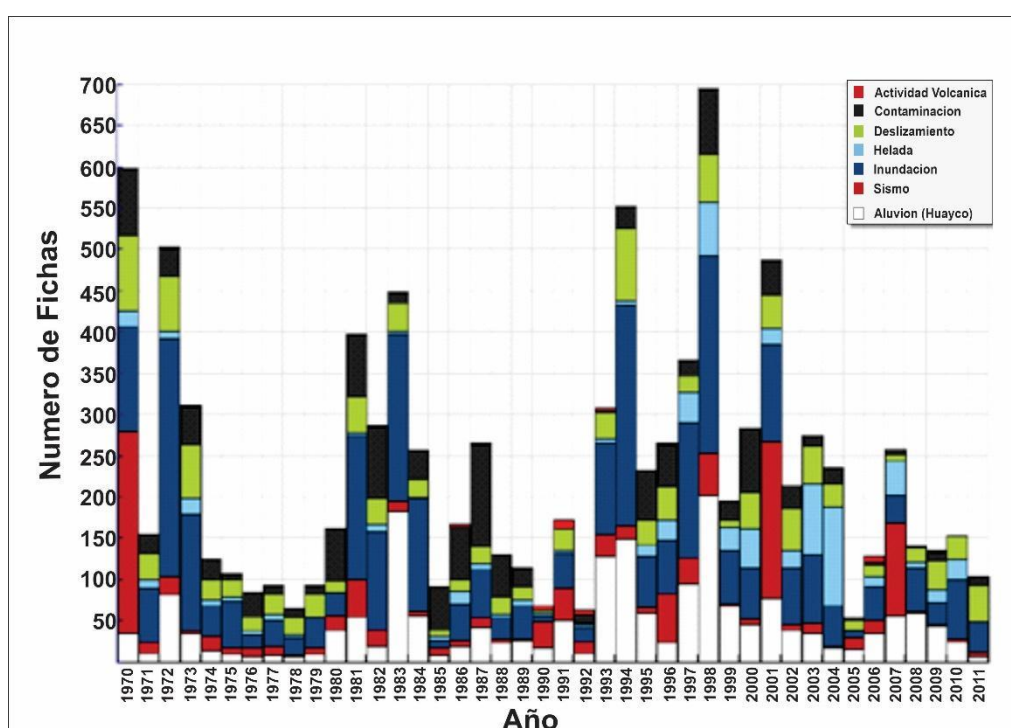
Ibarra (2016), En su trabajo de investigación para obtener su maestría describe que en la parte social existe una Vulnerabilidad por eventos de tipo Hidrometeoro lógico en lugar donde se realizó el estudio fue en el colegio de la frontera del Norte, su **objetivo principal** es de disminuir la vulnerabilidad social, evaluando posibles alternativas que se presentan en eventos hidrometeoro lógicos y climáticos, la **metodología** investigación que se usó en este estudio fue de diseño cualitativo de tipo no experimental, Ibarra llega a la **Conclusión**, lo que eleva los costos económicos es la falta de redes en las casas de la colonia tres de octubre, sube los precios económicos por intensidad de las lluvias, aspectos climáticos, A diferencia de los centros con instituciones sociales, hay cambios en barrios remotos con todo tipo de dinámicas locales desconocidas.

Dentro del estado peruano específicamente en el consejo de ministros (2014). Se estableció un Plan en toda la nación denominado Gestión del Riesgo de Desastres porque se tiene la necesidad de hacer este plan, en el país que viene fomentando la preparación y adopción de políticas públicas para el plan de Gestión del Riesgo de Desastres, consecuencia de lo cual se aprobó la Ley 29664, Ley de creación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD, con **objetivos**, de Desarrollar el conocimiento del riesgo, Evitar y Reducir las condiciones de riesgo de los medios de vida de la población con un enfoque territorial, Desarrollar capacidad de respuesta ante emergencias y desastres, Fortalecer la capacidad para la recuperación física, económica y social, Fortalecer las Capacidades institucionales para el desarrollo de la gestión del riesgo de desastres y Fortalecer la participación de la población y sociedad organizada para el desarrollo de una cultura de prevención El dos de noviembre del dos mil doce, bajo el, D. S. N° 111 – 2012 - PCM se aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, llegando a la definición de un conjunto de orientaciones direccionadas a prevenir, impedir o bajar los riesgos de desastres, evitando la creación de nuevos peligros, de tal forma que ejecutamos una adecuada atención, preparación, rehabilitación y reconstrucción frente a situaciones de inundaciones o desastres, minimizando las consecuencias de pérdidas económicas en el ambiente y la población.

En los años dos mil once y dos mil doce se ha presentado inundaciones considerables en las zonas de selva y sierra del país, así como también en los años dos mil once y dos mil doce en Loreto y Ucayali respectivamente, en Ayacucho fue en el año dos mil once, y en los años dos mil cuatro y dos mil diez se dio en el departamento de Puno, el año dos mil siete se dio en departamento de Junín, también en el año dos mil seis se presentó inundaciones en el departamento de San Martín, y en Cusco en el año dos mil diez.

Figura 1

Tipo y cuantía de eventos registrados a partir de 1970 al 2011.



Nota. Figura del Plan de Gestión del Riesgo de Desastres

El Perú presenta numerosos fenómenos naturales, cuyos efectos suelen estar relacionados con la vulnerabilidad de las personas y sus medios de subsistencia. Por ejemplo, los patrones de uso de la tierra, que en gran parte ocurren sin planificación y gestión, encarecen y escasean la infraestructura básica y los servicios e incorporan actividades naturales. Construcción insuficiente para prevalecer sobre materiales insuficientes. Son usados.

Se sabe que el Ministerio del Ambiente, preparo una cartografía de zonas vulnerables, teniendo en el mapa nacional que el 46% está en condiciones de vulnerabilidad Alta

y probablemente a Muy Alta, y que el 36.2% del pueblo del Perú, estableciéndolo en cifras sería que 9'779,370 Peruanos aproximadamente tienen y usan un área territorial.

Figura 2

Propensas áreas a Inundación en el Perú



La organización de caritas del Perú en el año 2017, dentro de su informe final sobre inundaciones en el Perú, realizado un llamado urgente de los huaycos originados a causa de un fenómeno conocido como el niño, fenómeno que refleja una estimación de pérdidas de materiales y económicas, así como también humanas ocurridas durante este tiempo.

Con la investigación agregada y los datos estadísticos generados, desde enero de 2017 se emiten una serie de declaraciones y avisos de inundaciones y huaicos tras unas lluvias inusualmente fuertes, es decir, de mayor intensidad, superior a lo habitual en invierno. Ante esta situación, se emitieron alertas en veinte tres de los veinte cinco sectores del país y las catorce regiones se declararon en estado de emergencia, estado situacional de las regiones donde murieron más de ciento cincuenta y nueve mil y más de doscientos cincuenta mil Peruanos afectados, también se tiene un millón quinientas mil Peruanos afectados. El mayor porcentaje de damnificados, se han registrado en la región costa norte del País. Donde ha sido declarado como estado de emergencia en las catorce regiones y el departamento de Piura es la zona con mayor nivel de emergencia. Según datos nacionales, la infraestructura de transporte atacó y destruyó 5.525 km de carreteras, destruyó 33 puentes, demolió 29.821 casas y dejó inhabitables a 25.361 personas. En el sector agrícola se perdieron 1.886 hectáreas de cultivos y se afectaron 93.190 hectáreas. En el sector médico, 937 estructuras se vieron afectadas y 61 estructuras colapsaron. Se han declarado 879 departamentos en estado de emergencia, en ciento nueve ciudades y catorce regiones. Se sabe que la infraestructura de los servicios que son muy básicos como es el H₂O, electricidad y aguas residuales se verá afectada. Seguridad y situación política: La principal amenaza para las personas es el riesgo de daños a su propiedad y sus vidas. Las reubicaciones de carreteras y carreteras locales pueden verse afectadas por intensas lluvias a causa de que no existe una infraestructura apropiada. Afectando el normal desarrollo de nuestras vidas y nuestros negocios productivos. El alcance de la emergencia es muy importante para que en todo el territorio nacional plantee un gran desafío a las dirigentes encargados en el territorio Peruano, a nivel local y regional. Desde el principio, los gobiernos locales y los grupos de ciudadanos como Cáritas del Perú han establecido procedimientos para ayudarlos a responder a las emergencias cuando se dan cuenta de la situación. Puede iniciarse y ayudar a los afectados.

Existen entidades del país y decretos que aprueban un reglamento organizado con funciones de INDECI, esta entidad hace la programación, procesa y finalmente difunde todas las acciones y resultados estadísticos, que a través de boletines

informativos se da conocer a la población por medio de la sub dirección de aplicaciones estadísticas.

Como resultado, en el boletín séptimo del sábado 15 de julio de 2017 publicó un caso hipotético de daño urgente, personal y patrimonial causado por un fenómeno conocido como el niño costero peruano en los primeros semestres del año dos mil diecisiete.

Aquí se promulga normas de gestión del riesgo de desastres, se crean grupos, se forman plataformas de protección y cuidado civil, se establecen planes de respuesta a emergencias, estableciéndose centros de emergencia o sistemas de prevención urgentes. En este formato se brinda los características e informes de un estado de emergencia ante un desastre o riesgo inminente en la zona norte del Perú, particularmente en los departamentos de la Libertad, Lambayeque, Ancash, Piura y Lambayeque, principalmente en las zonas costeras. Estos departamentos

Como resultado, puede implementar un enfoque holístico en su comunidad e incorporarlo a su plan de gestión de riesgos para disminuir su vulnerabilidad a las inundaciones y desastres.

Según los resultados, puede adoptar un enfoque comunitario e integrarlo en su actividad de gestión de peligros para reducir la vulnerabilidad frente las inundaciones y los desastres. Los componentes más vulnerables de la comunidad fueron identificados como mujeres, niños y ancianos. Estos segmentos son los más antiguos de asentamientos humanos que quedan y los más propensos a sufrir desastres naturales. Por tanto, los municipios deben centrar sus acciones en estos colectivos. En este sentido, las ciudades necesitan implementar planes de formación y prevención en sus comunidades, principalmente a partir de las escuelas y colegios, esto porque existe un gran número de niños que pueden adquirir conocimientos cuando aún son estudiantes. Por el bien colectivo porque son las principales víctimas de hechos naturales o humanos.

En lugar de esperar por deslizamientos de tierra e incendios para sugerir medidas preventivas, la gestión del riesgo de desastres tiene que ser la prioridad para el estado y la ciudad, el personal de la ciudad también está capacitado para enfrentarlo y el

personal de rotación no debe afectar las medidas tomadas para reducir el riesgo. Además, se debe trabajar en la demarcación de límites y señalización entre refugios y zonas de seguridad. Y deben ser determinados por expertos y actualizados constantemente con información catastral.

Finalmente, los estudiantes se enfocan en los problemas que caracterizan los fenómenos naturales y los que han sido originados por el ser humano en sus comunidades respectivas, para que el conocimiento adquirido salve la vida de cada uno de ellos y la de su familia. Se sabe que es necesario que las organizaciones desarrollen planes de acción que les ayuden a establecer cuáles son las acciones que son necesarias en los fenómenos naturales o desastres originados por el ser humano que afecta a la comunidad.

Es alto el riesgo en los deslizamientos de tierra, se tiene el riesgo de explosión e incendio que también se le considera como riesgo alto, se reconoce que los niveles de vulnerabilidad y riesgos son altos, principalmente la falta de información en los pobladores, porque desconocen qué medidas de evacuación de tomarían frente a fenómenos naturales. Así como también el ejecutar formas anómalas y sistemas de evacuación inválidos para las formas catastrales y geográficas de la zona.

2.2 DEFINICIÓN TEÓRICA

Según las áreas identificadas de Desborde (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED, 2014) Se identifica de acuerdo a estudios de peligrosidad y riesgos que se hayan efectuado, a su vez se describe las características generales como la ubicación geográfica, vías de acceso, y otras generalidades importantes de la zona. (SENAMHI, 2016) Para determinar en qué zona puede tener mayores o menores riesgos tras el Fenómeno del niño, dependerá de las condiciones ya que aquel cambio en el sistema océano – atmósfera produce variaciones en las presiones. Asimismo, se podría mencionar que el tiempo máximo es de 18 meses. Tal es así que hace 40 años se viene produciendo este fenómeno el cual perjudica el aumento de las aguas ricas en nutrientes y esta disminuye esporádicamente a la pesca. (Centro Nacional de Estimación, Prevención

y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED, 2014) Los parámetros del fenómeno es la debilidad que puede tener el terreno este depende de los factores condicionantes y desencadenantes que produce el fenómeno. Los condicionantes son aquellos elementos propios del ámbito geográfico que se producirá en la zona de estudio. Entre las más importantes son las características geomorfológicas de los cuales se tendrá en cuenta el área, perímetro, longitud, ancho, pendiente, altitud media y factor forma de la cuenca. También se tendrá en cuenta la geotecnia y geología de la zona seleccionada, el cual dispondrá de un estudio de la estructura del suelo. Los desencadenantes son aquellos sucesos que se relacionan con poder generar peligros en un espacio geográfico. Entre las más importantes son las características hidrológicas e hidráulicas dependiendo la zona a estudiar.

Parámetros Hidrológicos de Educar Chile (2012), La causa de la interferencia en el movimiento del suelo está fuertemente influenciada por las características hidrológicas del área. Esto afecta el proceso geomorfológico y debe considerarse como un factor que afecta la formación de ondas. Asimismo, la lluvia afecta la precipitación anual total, que afecta la distribución estacional el régimen su intensidad.

Los estudios hidrológicos tienen como objetivo obtener la mejor correspondencia estadística con la información disponible. Q_{max} . La mayoría de las operaciones de erosión están calculadas y construidas para una vida útil específica, dependiendo de la función que realicen. Para estudiar defensas rivereñas como plan de contingencia ante inundaciones se debe saber:

- **Investigación de la Cuenca.** Se evalúan las características más importantes de las condiciones meteorológicas del sitio, así como las estaciones climáticas y geográficas del área de estudio.
- **Análisis Probabilístico.** Es un análisis que propone una creación de muestras y perfiles durante un período de tiempo específico.

Para los caudales de diseño, el método utilizado para determinar la recuperación es empírico y se determina en función del riesgo de daño hidrológico natural que pueda

ocurrir durante la vida útil del sistema de protección. Esto está determinado por la fórmula que se muestra:

$$T = \frac{1}{1 - (1 - J)^{1/R}}$$

Dónde: T = Período de (años), J = Vida útil de la estruc(años) y R = Riesgo de falla (%)

Tabla 1

Criterios generales de diseño para estructuras de control de agua.

Estructura (Tipos)	ELV	Período de Retorno (años)
En Alcantarilla de Carreteras Volúmenes de tráfico		
Volúmenes de tráfico intermedio	-	5 – 10
Volúmenes de tráfico intermedio	-	10 – 25
Volúmenes de tráfico altos	-	50 – 100
En Puentes de carreteras		
Sistema secundario	-	100 – 50
Sistema primario	-	50 – 100
En Drenaje Agrícola		
Alcantarillas	-	5 – 50
Surcos	-	5 – 50
En Drenaje urbano		
Alcantarillas en ciudad pequeñas	-	2 – 25
Alcantarillas en ciudades grandes	-	25 – 50
En Aeropuertos		
Volúmenes bajos	-	5 – 10
Volúmenes intermedios	-	10 – 25
Volúmenes altos	-	50 – 100
Diques		
En línea	-	2 – 50
Alrededor de ciudades	-	50 – 200
En Presas con poca probabilidad de pérdidas de vidas (baja amenaza)		
Presas pequeñas	-	50 – 100
Presas intermedias	-	100+
	50 – 100 %	-
Presas grandes		
En Presas probabilidad de pérdidas de vida (amenaza significativa)		
Presas pequeñas	50%	100+

Presas intermedias	50 – 100 %	
Presas grandes	100%	-
En Presas probabilidad de pérdidas de vida (amenaza Alta)		
Presas pequeñas	50 – 100%	-
Presas intermedias	100%	-
Presas grandes	100%	-

Nota. Hidrología Aplicada de Ven Te Chow

Según Ven Te Chow (1988), en su libro establece que en función al proyecto y caudal de avenida, el tiempo retorno t será igual a 100 años para el diseño estructural de una defensa ribereña $T=100$ años.

Distribuciones de probabilidades. Se logran mejores resultados con un historial de quince años o más. Se utiliza la distribución de Gumbel. Esta es la distribución general de valores extrínsecos que se han utilizado ampliamente para mostrar el comportamiento de inundaciones y desastres.

Análisis en el tránsito de las avenidas. Según Flores Albino (2005), Se pueden obtener mejores resultados utilizando el factor de rugosidad. El factor de rugosidad está relacionado con la resistencia proporcionada por el canal al movimiento del H_2O , cuyo dato requiere de la distribución del tamaño de partícula del material del canal y la composición de la capa de amortiguación n (coeficiente de rugosidad) se utilizara el método COWAN ARCEMENT SCHNEIDER, con su respectiva fórmula que se aprecia a continuación:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) n_5$$

Donde:

- n_0** = Valor básico de n para un canal recto y uniforme de un material dado.
- n_1** = Se determina para corregir el efecto por irregularidades de la superficie
- n_2** = Se considera las variaciones en la forma y tamaño de la sección transversal del canal.
- n_3** = Se considera el efecto de obstrucción u obstáculos al flujo.
- n_4** = Depende de la vegetación.

n_5 = Depende de la sinuosidad longitudinal del canal

Entonces el método utilizara los siguientes valores de la tabla dos, esto mediante la observación:

Tabla 2

Factores Del coeficiente n según la tabla de Cowan

Las Condiciones Del Canal		Valores	
<i>En Material Involucrado</i>	En Tierra	n_0	0.020
	En Roca		0.025
	En Grava fina		0.024
	En Grava gruesa		0.028
<i>En Grado de Irregularidad</i>	En Ligerio	n_1	0.000
	En Menor		0.005
	En Moderado		0.010
	En Severo		0.020
<i>En Variaciones en la sección transversal del canal</i>	En Gradual	n_2	0.000
	En Ocasional		0.005
	En Frecuente		0.010 – 0.015
<i>En Efecto relativo de las obstrucciones</i>	En Despreciable	n_3	0.000
	En Menor		0.010 – 0.015
	En Apreciable		0.020 – 0.030
	En Severo		0.040 – 0.060
<i>En Vegetación</i>	En Baja	n_4	0.005 – 0.010
	En Media		0.010 – 0.025
	En Alta		0.025 – 0.050
	En Muy Alta		0.050 – 0.100
<i>En Grado de los efectos por meandro</i>	En Menor	n_5	1.000
	En Apreciable		1.150
	En Severo		1.300

Nota. Hidráulica de tuberías y Canales, Arturo Rocha.

Según los parámetros apreciados en la tabla de Ven Te Chow (2004), directamente establece intervalos para flujos naturales donde su ancho superficial en nivel de creciente es > 31m. Para sección rugosa e irregular:

Tabla 3

Se tiene los Parámetros en corrientes naturales donde no es uniforme el ancho de la sección transversal

Corrientes	Normal	Mínima	Máximo
"n"	0.04	0.03	0.05

Intervalos geotécnicos, según Vilca Huamán Brenis. Para comprender la información sencilla detrás de la corriente de escombros, se usa el factor de seguridad para definirlo como una condición de falla. Las ecuaciones y esquemas utilizados con el fin de que una estabilidad de taludes, sea evaluada.

Los factores mencionados en el literal anterior se originan en pendientes con alturas naturales con un resultado de perturbaciones acumulativas, ya que grandes masas están propensas a moverse hacia abajo.

La encuesta se realiza en áreas que incluyen estudios de campo, pruebas in situ y análisis en los ensayos de laboratorio, donde se analizara toda la información necesaria para determinar la tolerancia de capacidad de carga (presión admisible).

Intervalos Hidráulicos, según Vilca Huamán Brenis, (2015). Cuando se hunden pendientes, la presencia de H₂O y una presión alta de poros es imprescindible, lo que hace que fluyan los desechos. Cuando es positiva la presión de poro ocurre una licuefacción del suelo, conocida también como expansión volumétrica. Donde la presión de poro se debe a la infiltración de agua en el talud. Esto puede deberse a dos mecanismos: la infiltración directa en la superficie o por la acción de agua que fluye en el subterráneo. Si el suelo debajo de la pendiente es menos permeable que el suelo arriba, pueden formarse charcos y saturarse. También aumenta cuando el nivel del nivel freático está cerca. Por otro lado, la alteración natural de las laderas (por ejemplo, macrófagos producidos por raíces, fisuras en piedras y nidos) cambia la manera en que el H₂O ingresa a las laderas.

Vilca Huamán estudió el comportamiento hidráulico de las corrientes de agua en términos de descarga, grados extremos y medios, variación del lecho por sedimentación y flujo, velocidades de flujo, la capacidad de transporte de sedimentos y los ataques contra los márgenes.

Se tendrá en cuenta los siguientes elementos para el mecanismo de traslado de sedimentos:

1. La medida del tamaño de las partículas, según Flores Albino (2005), Comenta que los cauces abiertos pueden ser en materiales cohesivos o rocas y que los suelos son o bien cohesivos o granulares. El peso de las partículas granulares es la propiedad más importante. Como sabemos que algunos arroyos por su naturaleza están formados por rocas y partículas. Minerales cuyas densidades específicas no cambian mucho, el valor promedio es $\gamma_s = 2.65 \text{ T/m}^3$, por lo que la característica más importante es el tamaño. Por tanto, lo más habitual es el tamizado de muestras.

2. EL Principio de Movimiento, según Flores Albino (2005), menciona que el suelo granular sufrirá un desplazamiento de una partícula por una empuje de arrastre del H₂O ya que en el fondo de un río producirá el fenómeno de socavación. La presencia del H₂O sobre el fondo puede caracterizarse por una tensión cortante en el fondo τ_0 , la resistencia de la partícula a ser movida puede relacionarse con su peso sumergido, el cual es función de $(\gamma_s - \gamma)$, peso específico sumergido y del tamaño D caracteriza el volumen. Así se forma un parámetro adimensional.

$$\tau = \tau/(\gamma_s - \gamma)D$$

3. Clasificación del transporte – Transporte de sedimentos, según Flores Albino, (2005), el modo de transporte se puede clasificar de dos formas según el origen del material. Y Según el modo transporte que será transportado en suspensión o el otro origen posible del material transportado es la cuenca hidrográfica del río, es decir el origen dependerá de las lluvias y crecida fluvial.

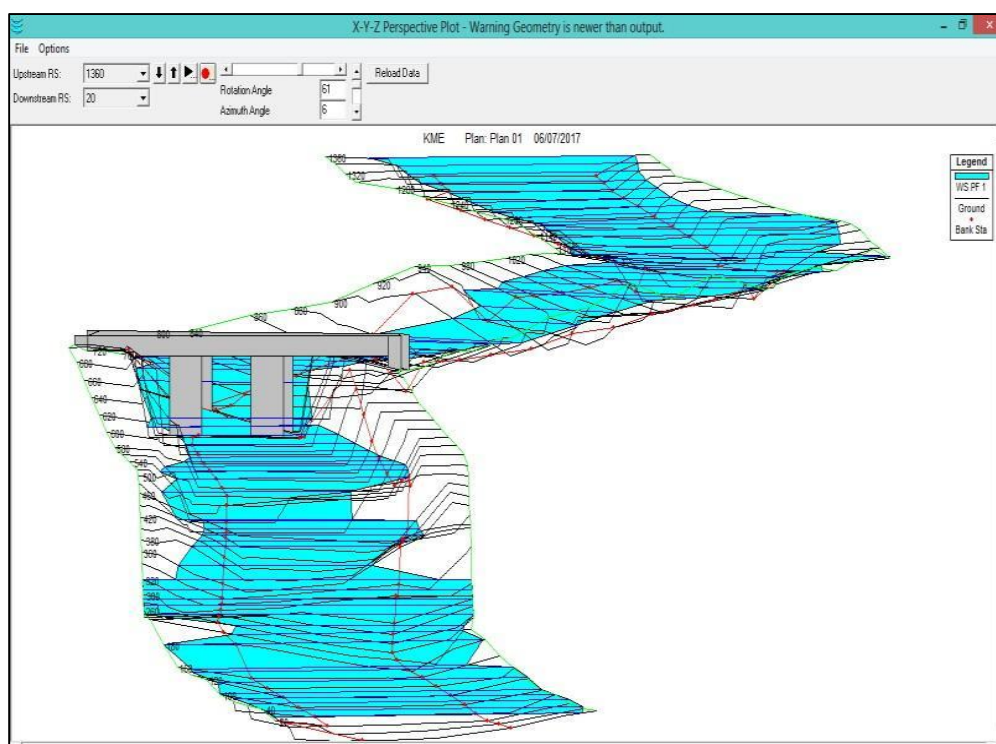
4. Caudal sólido - Transporte de sedimentos, según Flores Albino (2005), Similar al flujo de agua, el primer paso en el análisis del flujo de sedimentos es definir el caudal sólido como el volumen por unidad de tiempo que pasa a través de una sección transversal y determinar el correspondiente caudal de sólido unitario por unidad de ancho. Para el transporte suspendido, es más fácil trabajar por peso de material sólido que por el volumen.

5. Equilibrio de fondo - Transporte de sedimentos, según Flores Albino (2005), Se dice que el fondo está en equilibrio si hay transporte de sedimentos en suspensión, y en el fondo si no hay cambios en la elevación.

HEC RAS 4.1.0, Según LLUÉN CHERO (2015) Este software ayudara q establecer modelos hidráulicos, también tabular caudales de ríos o canales para investigar inundaciones e identificar áreas que se encuentran en un estado muy crítico del lugar de estudio, Hec- Hydrologic Engineering Center (2006), Realizar un estudio unidireccional del sistema fluvial a través de cuatro componentes: simulación transversal de caudal permanente, simulación de caudal no estable, calculando el caudal aluvial, cambios del cauce y calidad del H2O.

Figura 3

Modelamiento Hec - Ras



Nota. Fuente de Hec- Ras

Según INDECI se ha cuantificado el siguiente nivel de riesgo, a los efectos de la consideración del riesgo, las áreas que se encuentran en peligro de inundación se dividen en cuatro niveles: muy alto, alto, medio y bajo, donde sus valores y características se describen en la tabla siguiente:

Tabla 4*Descripción, Valor y estrato de las Áreas de Riesgo*

DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR	ESTRATO/NIVEL
Terrenos planos o con poca pendiente, roca y suelo compacto y seco con alta capacidad portante	1 < de 25 %	PELIGRO BAJO
Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznales. No amenazados por peligro de inundación.		
Distancia mayor a 500 m. desde el lugar de peligro		
Suelo de calidad intermedia, con inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad de 300 O 500 m. desde el lugar del peligro.	2 <de 26% a 50%	PELIGRO MEDIO
Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días.	3 < de 51% a 75%	PELIGRO ALTO
Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos. De 150 a 300 m. desde el lugar de peligro		
Sectores amenazados por alud-avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo ("lloclla").	4 < de 76% a 100%	PELIGRO MUY ALTO
Fondos de quebrada que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de deposición afectables por flujos de lodo.		
Sectores amenazados por deslizamientos o inundaciones a gran velocidad. Con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo.		
Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones, menor de 150 m. desde el lugar del peligro		

Nota. Fuente Del Manual Básico Para la Estimación del Riesgo

Al grado de debilidad que está expuesta un área geográfica o población frente a situaciones circunstanciales no previstos de procedencia natural o antropogénico se conoce como vulnerabilidad. Además, se mide en términos de infraestructura, productos básicos, ideología, cultura, política, facilidad institucional, y económica. etc. Cuando ocurre este tipo de evento inesperado, sufrimos daños en la naturaleza humana, material o inmaterial. Esto se expresa como un porcentaje de probabilidad entre 0 y 100.

La vulnerabilidad se manifiesta en caso de un desastre natural, si es un requisito previo. Inversión insuficiente en estructuras o actividades de prevención y mitigación, y el nivel de peligro de inundación es extremadamente alto.

En el estudio de investigación, es importante que la el riesgo de vulnerabilidad priorice la identificación, caracterización de los factores que se ven afectados negativamente por peligros dañinos en un área geográfica en particular.

A continuación, se aprecia en tabla diferentes tipos de Vulnerabilidad:

Tabla 5

Determinando la “Vulnerabilidad Físico”

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 % a 50 %	51 % a 75 %	76 % a 100 %
Material de construcción utilizados en viviendas	Estructura sismo resistente con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero)	Estructura de concreto acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales	Estructurales de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario
Localización de viviendas (*)	Muy alejada > 5 km	Medianamente cerca 1 - 5 km	Cercana 02 - 1 km	Muy cercana 02 - 0 km
Características geológicas, calidad y tipo de suelo	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	Zona ligeramente fracturada. Suelos de mediana capacidad portante	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, mapa freático alta con turba, material inorgánico etc.
Leyes existentes	Con leyes estrictamente cumplida	Con leyes medianamente cumplidas	Con leyes sin cumplimiento	Sin ley

Nota. Manual Básico Para la Estimación del Riesgo

Según INDECI (2014), Las vulnerabilidades físicas se identifican mediante un estudio de infraestructuras en la zona donde se realizara el estudio. En otras palabras, el edificio y sus condiciones asociadas se analizan y miden por la clase del material de construcción en las casas, donde esto calcula la durabilidad y determina la estabilidad, también la durabilidad o colapso frente al peligro de inundación, determina también localización y Ubicación, que se encuentran más vulnerables ante inundaciones. Determina también sus Características geológicas, topográficas, morfológicas y de tipo de suelo de fundación de las casas y estructuras, todo esto

calcula la estabilidad del edificio y permeabilidad del suelo, además evalúa si la estructura propuesta cumple los requisitos de la ley.

Definiciones Conceptuales

Avenida. Las avenidas son prominentes, a veces denominadas fuentes de agua con picos. (Diccionario de la Real Academia Española)

Caudal. La cantidad de volumen de H₂O que circula en un lugar determinado por unidad de tiempo. También se puede definir como la cantidad de agua que fluye o mueve. Según Diccionario de la Real Academia Española

Adhesión. Resistencia al corte entre el suelo y otro material cuando la presión que se aplica externamente es cero. Según Ministerio de Transportes Y Comunicaciones (2016).

Erosión. Desgaste causado en la parte superficial de un objeto por la acción de un agente externo como por ejemplo el H₂O o el viento, o también por la fricción constante entre objetos. La erosión es parte del ciclo geográfico que involucra los cambios que sufre. Según el Diccionario de la Real Academia Española.

Material Granular: Un material como el limo pesado o la arena que es muy poroso, pero no cohesivo ni plástico. Según Diccionario de Arquitectura y Construcción.

Defensa. Es una obra fortificada que sirve proteger una determinada cosa un campamento, población, una plaza, etc. Según el Diccionario de la Real Academia Española.

Compresión. Se le conoce al Efecto de compresión de un material al aplicar una carga axial. Teniendo las siguientes variantes de prueba: análisis no confinado, ensayo de laboratorio triaxial entre estos se tiene el Ensayo drenado, ensayo consolidado sin drenado y el ensayo no consolidado no drenado, que al final

determinan el ángulo de fricción interno (ϕ) y la fuerza de adherencia (C). Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016).

Empuje. La fuerza de empuje es una fuerza opuesta que aparece cuando se sumerge un cuerpo en un fluido. El módulo de esta viene dado por el peso del volumen del líquido desalojado de la parte total o parcial del cuerpo sumergido.

Desborde. Acción y efecto de desbordar o desbordarse. Según Diccionario de la Real Academia Española.

Bordo libre. Se deja una tolerancia de altura en la parte superior de la estructura hidráulica para evitar el drenaje del agua almacenada o en circulación.

Vulnerabilidad. Por tanto, puede entenderse como una predisposición esencial a un objeto o elemento dañado por la posibilidad de un comportamiento externo, y por tanto su juicio es el conocimiento del riesgo. El riesgo contribuye principalmente a través de la interacción de sensibilidades ambientales peligrosas. Según Omar Darío Cardona A.

Conocimiento de un riesgo. al proceso de gestionar los posibles riesgos que incluye la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación de riesgos, el seguimiento y trazabilidad de los riesgos y sus componentes, y la comunicación para concienciar y asegurar la reducción de los riesgos del proceso. Y manejo de desastres. Según Julio Cesar Gonzales Velandia.

Inundaciones. La definición más básica de inundación es que dice que el agua ocupa un lugar donde normalmente no existiría. Según Julio Cesar Gonzales Velandia.

Aunque existen varios puntos de vista o métodos para calcular el peligro del riesgo de inundación, el análisis conocido también como matemáticas, se basa principalmente en el uso y aplicación de las siguientes ecuaciones:

$$R = (P * V)$$

Esta fórmula es el criterio básico que se usa para estimar un posible riesgo, sus variables riesgo de riesgo son (P) peligro, (V) vulnerabilidad (V) y (R) riesgo, estos valores se muestran en probabilidades.

La intersección de estos dos valores le permite estimar cuánto riesgo se espera

Tabla 6

Matriz de peligro y vulnerabilidad

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta



Riesgo Bajo (< de 25%)



Riesgo Medio (26% al 50%)



Riesgo Alto (51% al 75%)



Riesgo Muy Alto (76% al 100%)

III METODOLOGIA

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION

TIPO DE INVESTIGACION

Categoricamente, el método de estudio utilizado para desarrollar nuestro trabajo de investigación es descriptivo. Porque describimos las acciones, situaciones y sucesos que determinan las características de las unidades de medida descritas, donde se muestran Tablas provenientes del manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales versión dos (2014) del CENEPRED, de esta manera se recolecto, analizo y evaluó los resultados. También se realizó una recopilación y presentación sistemática de datos.

DISEÑO DE INVESTIGACION

Nuestro diseño de investigación se base en la definición de los autores Hernández, Fernández y Baptista (2000), ellos describen que este tipo de investigación tiene como objetivo analizar una o más variables "a la vez, en intervalos de tiempo específicos", por lo que el currículo seleccionado es transaccional, descriptivo.

Paralelamente a lo mencionado en el literal anterior, también nos basamos en la definición de Hernández Sampieri y otros (2014), donde describen que el diseño de estudio aplicado es un tipo de diseño transversal no experimental y puede definirse como un estudio realizado sin manipulación que afecte explícitamente a las variables. En este estudio no empírico, observamos que el fenómeno se manifiesta en su contexto y aspecto natural. Luego se analiza y pasa para recopilar datos en un momento, uno a la vez.

En resumen, decimos explícitamente que nuestro trabajo de investigación es un estudio de diseño no experimental, transversal descriptivo (simple, comparativo, correlacionado, irregular o predictivo) y se debe a la estimación longitudinal de estudios de casos descriptivos, directorios, documentos u otras disciplinas.

3.2 VARIABLES Y OPRACIONALIZACION

VARIABLES DE OPERACIONALIDAD

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
Evaluación de terrenos agrícolas (variable independiente)	(Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - ENEPRED, 2014), se ha identificado de acuerdo a estudios de peligrosidad y riesgos que se hayan efectuado, a su vez se describe las características generales como la ubicación geográfica, vías de acceso, y otras generalidades importantes de la zona.	Para medir esta variable se elaboró una ficha técnica que fue diseñada de acuerdo a las dimensiones e indicadores que se determinaron en la Investigación.	Parámetros Hidrológicos	Precipitaciones	Pluviómetro registros de indeci	Ordinal
				Coeficiente de Manning	Formulas (1889Robert Manning)	Ordinal
				Humedad Relativa	Studio de suelos	Ordinal
			Parámetros geotécnicos	Angulo De Fricción	Studio de suelos	Ordinal
				Cohesión	Studio de suelos	Ordinal
				Densidad Máxima Y Mínima	Studio de suelos	Ordinal
			Parámetros hidráulicos	Pendiente	Estación total, GPS	Ordinal
				Tipo De Flujo	Modelamiento en le Ec - Ras	Ordinal
				Tirante Máximo	Modelamiento en le Ec - Ras	Ordinal

VARIABLES DE OPERACIONALIDAD

<i>variable</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Definición operacional</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Instrumento</i>	<i>Escala de medición</i>
Vulnerabilidad ante inundaciones (variable dependiente)	Vulnerabilidad puede entenderse, entonces, como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas, y por lo tanto su evaluación contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo mediante interacciones del elemento susceptible con el ambiente peligroso. (Omar Darío Cardona A.)	Para medir esta variable se diseñó una tabla técnica de acuerdo con las dimensiones e índices definidos por el estudio	Vulnerabilidad física	Tipo de Material usado en vivienda	Ficha de recolección de datos	Ordinal
				Ubicación de la Vivienda	Ficha de recolección de datos	Ordinal
				Característica Geológica	Estudios topográficos	Ordinal
				Normas Pertinentes	Decretos supremos	Ordinal

3.3 POBLACION (CRITERIOS DE SELECCIÓN), MUESTRA, MUESTREO, UNIDAD DE ANALISIS

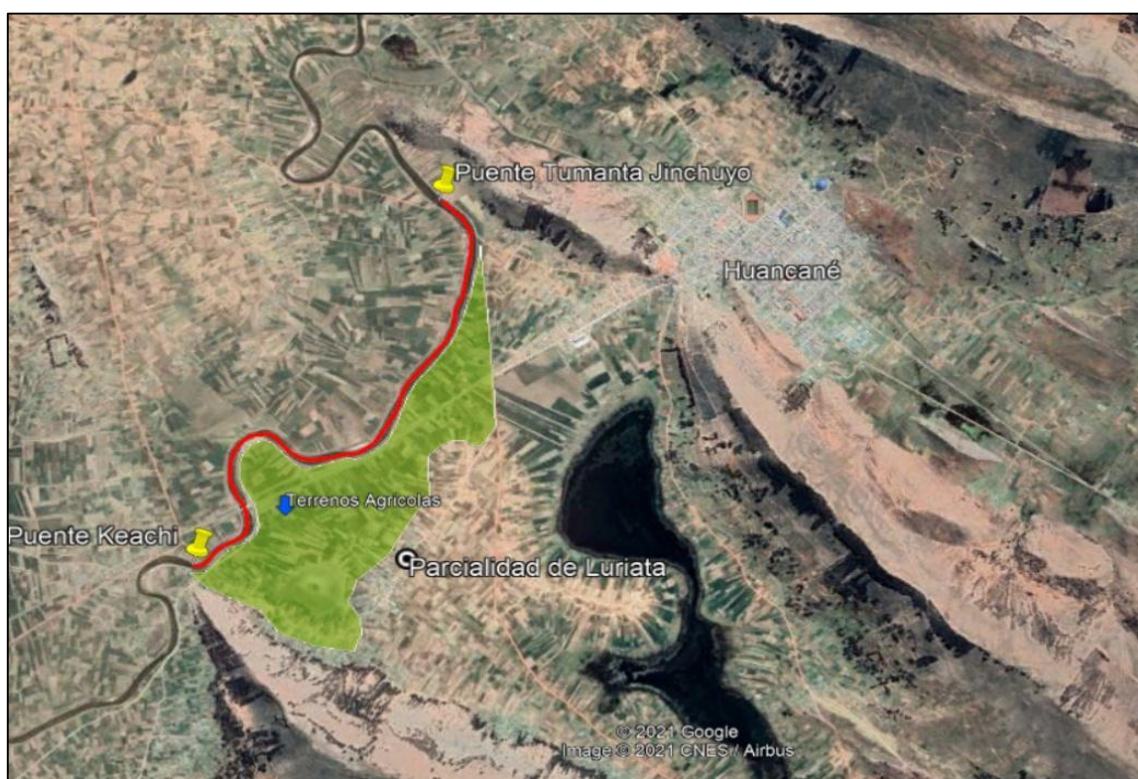
Decimos que segun a la definición de Hernández Sampieri, y otros (2014) que la población es un conjunto de todos los casos que se corresponden a un conjunto de características que conforman el universo de investigación. Ellos también indican que la población lo conforma el cauce del río Huancané, el tramo comprende desde el puente TUMANTA JINCHUYO progresiva (0+000) hasta el puente KEACHI progresiva (3+850), y los terrenos agrícolas de la parcialidad de Luriata.

Ubicación geográfica de la zona de estudio:

REGIÓN	: Puno
PROVINCIA	: Huancané.
DISTRITO	: Huancané.
COMUNIDAD	: Zona Lago.
PARCIALIDAD	: Luriata, Terrenos agricolas

Figura 4

Área de intervención



Fuente Google Earh

Muestra. Tenemos como muestra el tramo conformado PUENTE TUMANTA JINCHUYO – PUENTE KEACHI (3.85 KM), del cauce del río Huancané y el área del terreno agrícola de la parcialidad de Luriata en 153 ha. Anexo al río.

La distancia para el estudio de investigación es de 3.85 km desde el punto de inicio aguas arriba que está ubicado el Puente Tumanta Jinchuyo y el fin del tramo de estudio Puente Keachi con dirección aguas abajo, la tabla 7 nos muestra las coordenadas del punto de inicio aguas arriba y el punto final aguas abajo

Coordenadas UTM DE la Ubicación del Río Huancané Tramo puente Tumanta Jinchuyo – Puente Keachi (3.85 km).

Tabla 7

Coordenadas de área de estudio

Punto	Norte	Este
Inicio (aguas arriba)	8319692.00 m S	416032.00 m E
Fin (aguas abajo)	8317234.00 m S	414604.00 m E

Fuente: Elaboración Propia.

Muestreo:

El estudio implementa un proceso de muestreo intencional no aleatorio, ya que la población se selecciona directa e intencionalmente en función de las inundaciones de los ríos y forma una parte importante de la investigación industrial, tramos de estudio: Casajavira en el 1.5 kilómetros de inicio del tramo y el área agrícola de la parcialidad de Luriata en 153 ha. El muestreo intencional es la selección de una muestra que se selecciona en base a los criterios del investigador porque el investigador debe pensar de antemano en zona de estudio. Las muestra obtenidas son típicas (Namakforoosh, 2005).

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Según describe Maraví Lindo (2009), son estrategias usadas para alcanzar información, entre esas la técnica de observación y analizar el fenómeno existente para luego procesarlo y obtener los resultados de estudio requeridos.

Nuestro trabajo de investigación utilizó la técnica de recolección, esta fue la observación directa de los hechos, donde se realizó visitas a la zona con el fin de

identificar las posibles zonas de desborde ante la crecida del río y las zonas de terrenos agrícolas con riesgo a inundaciones. Proponer soluciones alternativas para reducir los daños causados por las lluvias fluviales.

Con lo mencionado anteriormente, la simulación hidráulica debe tomar los datos recogidos en el campo y los datos encontrados en investigaciones realizadas en la zona de estudio.

Datos Hidrológicos.

Los datos hidrológicos se obtuvieron por imágenes satelitales para la obtención de la cuenca y parámetros morfológicos (Información espacial del MED, e Información satelital de la Nasa Alos Palsar).

Los datos de precipitación se obtuvieron de la página oficial del senamhi y los datos de los fluviómetros ubicados en la zona de estudio, (Estación Puente Huancané Latitud: 15°12'57.2" S Longitud: 69°47'33.4" W, Estación Huancané Latitud: 15°12'24.7" S Longitud: 69°45'29.9" W, Estación Putina Latitud: 14°55'15.6" S Longitud: 69°52'32.5" W, Estación Muñani Latitud: 14°46'1" S Longitud: 69°57'6.5" W.

Datos Topográficos.

Se realizó un levantamiento topográfico con estación total Topcom GPT 3007W, y dron fotogramétrico Phantom4 rtk + Estación Fija GNSS, de la zona de estudio (tramo Puente Tumanta Jinchuyo – Puente Keachi del río Huancané, y la topografía de los terrenos agrícolas de la parcialidad de Luriata).

Datos Geológicos.

Se realizó calicatas de acuerdo a la norma técnica ASTM D420 en los puntos.1, 2 Y 3

Figura 5

Calicata de Exploración N° 01



Figura 6

Calicata de Exploración N° 02



Figura 7

Calicata de Exploración N° 03



INVESTIGACION Y LOS INSTRUMENTOS

Mendoza Castillo 2014, define esta herramienta como un proceso de anotaciones que utilizan los investigadores para obtener datos del área de estudio.

En la encuesta que estamos realizando, usamos una tabla de recolección de datos como medio, también softwares y equipo utilizado para la recolección de datos entre otros.

Materiales y los instrumentos utilizados

Los materiales y los instrumentos que se utilizaron en la ejecución de este trabajo de investigación fueron:

1. Equipos y materiales de campo

- Estación total TopCom 3007W GPT
- dron fotogramétrico Phantom 4 rtk
- Nivel topográfico
- G.P.S. incluye equipos (GNSS D-RTK2)
- Cámara digital fotográfica

- Cinta métrica de lona 50.00 m.
- Cinta métrica metálica 8.00 m.
- Libreta topográfica

2. Equipos y materiales de gabinete

- Laptop
- Impresora
- USB
- Papel A4
- Útiles de escritorio
- Bibliografía necesaria

3. Software

- ArcGis 10.8
- HEC-RAS 5.0.3
- IBER
- CIVIL 3D - AUTOCAD
- Internet Google Earth

Tomando valores de poligonal abierta con puntos conocidos bms, realizando rellenos de la topografía con dron topográfico Phantom 4rtk y estación fija gnss d-rtk2, seccionamos el cauce del río a cada 10.00 metros, en tramos largos y a cada 5.00 metros en tramos cortos. Donde encontramos variaciones importantes de las secciones transversales para una mejor caracterización del tramo a estudiar.

Los datos topográficos obtenidos tienen las siguientes características:

- Está referenciado a Datum WGS 84 (tal como lo estable la Autoridad Nacional del Agua – ANA) referencia IGN, coordenadas UTM 19S.
- Incluye los detalles importantes como las diferentes secciones que cuenta la defensa a lo largo de tramo hasta llegar al puente Keachi.
- El perfil longitudinal se realizó a cada 20 m (tramos largos) y 5m (tramos con cambios de sección).
- Incluye el ancho del cauce principal del río, considerando el tipo de terreno existente para el cálculo del coeficiente de rugosidad.

VALIDEZ

Según Roberto Hernández-Sampieri, La validez en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir. Por ejemplo, un instrumento válido para medir la inteligencia debe medir la inteligencia y no la memoria. Un método para medir el rendimiento bursátil tiene que medir precisamente esto y no la imagen de una empresa. Un ejemplo —aunque muy obvio— de completa invalidez sería intentar medir el peso de los objetos con una cinta métrica en lugar de con una báscula.

La interpretación de una amplitud del factor efectivo es la siguiente:

Tabla 8

Magnitudes y Rangos de Validez

Magnitud	Rango
Muy alta	0.81 – 1.00
Alta	0.61 – 0.80
Moderada	0.41 – 0.60
Baja	0.21 – 0.40
Muy Baja	0.01 – 0.20

Nota: Según Ruiz Bolívar

Tabla 9

Coefficiente de validez por juicios de expertos

Item	Validez	Cesar Augusto Paccha Rufasto	Martínez Paredes Dante	Luis López Auris	Promedio
1	zonas de desborde	0.86	0.82	0.9	0.86
2	Defensa Ribereña	0.9	0.95	0.85	0.9
Índice de Validez					0.88

Nota: Elaboración Propia

Hemos utilizado en el proyecto de investigación un equipo que fue sometido a evaluación por un ingeniero experimentado. Si es así, es evaluado por un ingeniero civil y obtiene 0.88 sin validación, lo que indica que se trata de un dispositivo muy grande

CONFIABILIDAD

Bernal Torres, 2006, la fiabilidad del dispositivo se refiere a las puntuaciones obtenidas por una misma persona al ser testeado en distintas ocasiones en el mismo cuestionario.

En este estudio, no se realizó un análisis de confiabilidad porque el dispositivo era un panel de obtención de información, no fue encuesta.

3.5 PROCEDIMIENTOS.

Para elaborar modelos hidráulicos, se toma en cuenta los caudales máximos evaluados mediante el modelo de transformación logarítmica y métodos estadísticos que nos proporcionan los Softwares Utilizados, así como los ejes hidráulicos para la crecida correspondiente al periodo de retorno de 25, 50, 100 y 200 años. Se hicieron las visitas de campo a la zona del estudio, así como también estudios topográficos para establecer las características geométricas, pendientes longitudinales del fondo del cauce y propiedades del material de cauce y paredes, topografía de los terrenos agrícolas, alturas máximas y mínimas respecto al cauce del río Huancané de la parcialidad de Luriata.

Para la obtención del eje hidráulico, se utilizó imágenes satelitales del MED, Alos Palasar, ArcGIS y el software HEC-RAS e IBER Con estos datos, se ingresó al modelo hidráulico escogido. Los cálculos hidráulicos realizados con el programa HEC RAS e IBER comprendió lo siguiente:

- Modelamiento de la topografía del cauce y de sus características hidráulicas mediante la digitalización de las secciones transversales. La geometría de la sección transversal fue especificada conociendo distancia y cota de los puntos de interés hasta cubrir la sección del río comprendida entre sus márgenes.
- El ingreso de los coeficientes de pérdidas de energía que son utilizados en los programas para evaluar las pérdidas son:

- El coeficiente de rugosidad de Manning “n”.
- Los coeficientes de contracción y expansión.
- Luego se procedió a asignar los caudales de diseño.
- Finalmente, se ejecutó el HEC-RAS e IBER para una condición de flujo permanente.

De acuerdo al seccionamiento proporcionado, se obtiene la geometría del cauce y secciones transversales, indicando las progresivas, las alturas de superficie, profundidad crítica y profundidad mínima para los diferentes periodos de retorno.

Con las secciones transversales y el coeficiente de rugosidad del cauce ingresado, Los softwares HEC RAS e IBER se determinará el nivel de agua máximo en cada sección para los periodos de retorno asignados (25, 50, 100 y 200 años). Las secciones transversales nos indican los niveles de agua alcanzados en cada una de ellas para poder observar la modelación y las distintas zonas donde el tirante de la avenida supere la corona de la defensa Riverense natural existente y también para determinar posibles zonas críticas de inundación para las avenidas en los distintos periodos de retorno.

LOS METODOS UTILIZADOS PARA UN ESTUDIO DE INFORMACION.

Al recolectar puntos de vista adecuados que describen las propiedades del río Huancané, la investigación llevará a cabo la siguiente fase:

- Recolección de la información: Esto incluye la recopilación, evaluación y análisis de documentos existentes como el mapa digital Senamhi, información satelital, información poligonal e hidrológica IN SITU.
- Procesos, cálculos en gabinete: Incluye construcción, análisis y la estimación de parámetros de diseño.
- trabajos de campo: Esto incluye una visita al área de estudio para evaluar y observar las características, ondulaciones, topografía, aspectos hidrológicos y morfológicos de la misma área y medir la granulación del material del fondo.

3.1 ASPECTOS ÉTICOS

Hernández Sampieri, 2014, la encuesta se refirió correctamente a todas las fuentes confiables de acuerdo con el sistema ISO 690. Asimismo, los datos se interpretarán en base a lo que se obtenga en el estudio de la zona

IV RESULTADOS.

DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

Ubicación y accesos - Situación Geográfica y su entorno

En la Cuenca del tramo de estudio específicamente el Río Huancané – Puno, donde geográficamente se encuentra en la parte Noreste del Departamento de Puno, ubicado topográficamente entre 15°12'45.05"S de latitud Sur y los meridianos 69°47'7.18"O de longitud Oeste, los límites colindantes son:

- Por el Este : Con la Cuenca del Río Ramis
- Por el Norte : Con la Cuenca del Río Ramis
- Por el Oeste : Con la frontera de Bolivia
- Por el Sur : Con el Lago Titicaca

La ubicación de Este trabajo de investigación se encuentra específicamente en las coordenadas que se describen a continuación, UTM: E= 415653 N= 8318017

Ubicación Política y geográfica del área de estudio:

REGIÓN	: Puno
PROVINCIA	: Huancané.
DISTRITO	: Huancané.
COMUNIDAD	: Zona Lago.
PARCIALIDAD	: Luriata, Terrenos agrícolas

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Trabajos de campo

Primeramente se ejecutó la recopilación de datos de la descripción del área a evaluar, después la ubicación del área de estudio, sondeando a la población que se encuentra alrededor de perímetro de evaluación, sondeando la infraestructura de transporte, zonas de cultivo y más. A través de todo esto se identifica la cuenca del río Huancané. Del Instituto Geográfico Nacional IGN. Se aplicó los siguientes datos cartográficos, que provienen de las Cartas Nacionales 31-v, 31-x, 31-y, 30-x, 30-v, 30-y, de una escala: 1/1 000 000, también muestra planos de cartografía de la zona, desarrollos, curvas de nivel, y todo lo que está delimitado de la zona de evaluación.

Actualmente en el lado izquierdo de la franja del río Huancané del tramo de estudio se nota áreas erosionadas en el talud, la corona del río, los cuales en tiempos de avenidas máximas son propensas a fallar, esto fue generado por erosión propia del río y del hombre, estos serán evaluados con caudales máximos para periodo de retorno de 10, 25, 50, 100 y 200 años.

Figura 8

Vista de puntos críticos en el talud del área de estudio



Nota. Fue Elaboración Propia

Figura 9

Erosión propia del río y el hombre



Nota. Fue Elaboración Propia

Figura 10

Trocha carrozable en el talud de la defensa riverena



Nota. Fue Elaboración Propia

Figura 11

Erosión propia del río y el hombre



Nota. Fue Elaboración Propia

Figura 12

Drenaje al río de aguas de oxidación



Nota. Fue Elaboración Propia

Alcances de los parámetros de identificación

Los parámetros de identificación fueron:

Estudio hidrológico; donde se detalla las propiedades del río, así como su caudal, su cuenca, y también las características del suelo del tramo en estudio.

Análisis de la Propuesta

La altura de la estructura propuesta se describe en detalle, estableciendo un análisis de las fuerzas que se pueden aplicar para construir el sistema y luego determinando los costos presupuestarios requeridos para llevar a cabo el trabajo.

Ensayos de laboratorio

El proyecto de investigación examinó las especificaciones de suelo y cimentación de la norma técnica E.050 y determinó los parámetros de geotécnicos para el estudio de investigación que tiene una longitud de muestra de 3,85 km. Por lo tanto, de acuerdo con los estándares, se perforaron tres calicatas, incluidas las muestras correspondientes tomadas para la ejecución de ensayos y pruebas de laboratorio. Consecuentemente se utiliza esto parámetros geotécnicos necesarios para encontrar el sistema de protección óptimo.

Según la norma ASTM, los ensayos ejecutados de son los siguientes:

- ASTM D3080 - Corte directo
- ASTM D422 - Clasificación de suelo

ASTM D422 - Clasificación de suelos

Se tomaron muestras de las calicatas del margen izquierdo C - 01, C - 02 y C - 03, que corresponden a áreas importantes de la sección de estudio, para realizar la prueba de clasificación de suelos por su granulometría - tamizado, estas muestras se devolvieron al laboratorio para realizar el estudio

Todos estos ensayos de laboratorio se ejecutaron en el laboratorio de la empresa Geoincosur Ingenieros Consultora Constructora S.C.R. Ltda. Quienes nos alcanzaron todos los certificados acreditados del estudio de suelos.

Calicata – 01

La exploración se realizó a una profundidad de 3:00 m que fue en al lado izquierdo del rio Huancané en el sector de Tumanta Jinchuyo

Figura 13

Extracción de muestra M-01



Conforme a la norma ASTM D 422, se determinó la distribución del tamaño de partículas que se muestra la tabla número diez.

Conforme a la norma ASTM D 4318; se calculó que los límites de consistencia para la M-01 son:

Tabla 10

Límites de consistencia de los estudios realizados C - 1

Descripción	Unidad	Calicata	Profundidad (m)	Cantidad
Limite liquido	(%)	C-1	0.00-1.50	N.P.
		C-1	1.50-3.00	35.27
Limite Plástico	(%)	C-1	0.00-1.50	N.P.
		C-1	1.50-3.00	19.16
Índice de Plasticidad	(%)	C-1	0.00-1.50	N.T.
		C-1	1.50-3.00	16.11

De acuerdo a la norma técnica SUCS ASTM D-2487, clasificación de suelos se tiene como resultado:

Tabla 11

Clasificación SUCS ASTM D2487: C - 1

Calicata	Profundidad (m)	SUCS
C-1	0.00-1.50	ML
C-1	1.50-3.00	CL

Clasificación SUCS ASTM D2487:

Calicata – 02

La exploración se realizó a una excavación de 2:50 m que fue a lado izquierdo del río Huancané en el sector Casajavira

Figura 14

Extracción de muestra M-02



Conforme a la norma ASTM D 422, se determinó la distribución del tamaño de partículas que se muestra la tabla número doce.

Conforme a la norma ASTM D 4318; se calculó los límites de consistencia para la M-02.

Tabla 12

Límites de consistencia de estudios realizados C- 2

Descripción	Unidad	Calicata	Profundidad (m)	Cantidad
Limite liquido	(%)	C-2	0.00-1.50	N.P.
		C-2	1.50-2.50	21.41
Limite Plástico	(%)	C-2	0.00-1.50	N.P.
		C-2	1.50-2.50	14.77
Índice de Plasticidad	(%)	C-2	0.00-1.50	N.T.
		C-2	1.50-2.50	6.64

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la norma técnica SUCS ASTM D-2487, clasificación de suelos se tiene como resultado:

Tabla 13

Clasificación SUCS ASTM D2487: C - 2

Calicata	Profundidad (m)	SUCS
C-2	0.00-1.50	SP-SM
C-2	1.50-3.00	SC-SM

Fuente: Elaboración Propia

Calicata – 03

La exploración se realizó a una excavación de 3:00 m que fue en el lado izquierdo de la cuenca del rio Huancané en el sector keachi

Figura 15

Extracción de muestra M-03



Fuente: Elaboración Propia

Conforme a la norma ASTM D 422, se determinó la distribución del tamaño de partículas que se muestra la tabla número catorce.

Conforme a la norma ASTM D 4318; se calculó los límites de consistencia para la M-03.

Tabla 14

Límites de consistencia de estudios realizados C- 3

Descripción	Unidad	Calicata	Profundidad (m)	Cantidad
Limite liquido	(%)	C-3	0.00-1.50	25.43
		C-3	1.50-3.00	36.90
Limite Plástico	(%)	C-3	0.00-1.50	16.66
		C-3	1.50-3.00	20.70
Índice de Plasticidad	(%)	C-3	0.00-1.50	8.77
		C-3	1.50-3.00	16.20

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la norma técnica SUCS ASTM D-2487, clasificación de suelos se tiene como resultado:

Tabla 15

Clasificación SUCS ASTM D2487: C - 3

Calicata	Profundidad (m)	SUCS
C-3	0.00-2.10	CL
C-3	2.10-3.00	CL

Fuente: Elaboración Propia

ASTM D3080 - Corte directo:

Este trabajo de investigación se realizó en el tiempo y lugar correcto, IN SITU, las muestras alteradas extraídas fueron en bruto, sin embargo las cantidades utilizadas fueron de 20 kg. Cantidades representativas de suelo y roca, las que fueron necesarias para su estudio.

La Empresa Geoincosur Ingenieros realizo todo los ensayos tal y como muestra en los certificados obtenidos, realizando el remoldeo de los especímenes utilizando la densidad seca promedio de M - 01, M - 02, M - 03.

De acuerdo a la Norma ASTM D3080, se ejecutó la clasificación de suelos donde se determinó, la densidad mínima y la densidad máxima y el contenido de humedad natural de las muestras recolectadas en campo, todo esto con el remoldeo de la densidad seca promedio que se verá en la tabla número dieciséis.

Se alcanzó las densidades, mínima y máxima del suelo estudiado teniendo así como resultado lo siguiente:

Tabla 16

Resultados de laboratorio

Nº calicata	Profundidad (m)	Densidad humedad	Densidad Seca
C-01	1.50 – 3.00	1.678	1.375
C-02	1.50 – 2.50	1.631	1.43
C-03	2.10 – 3.00	1.662	1.367

Nota. Fue elaboración propia

Tabla 17

Resultados generales de laboratorio

Calicata	Profundidad (m)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	SUCS	Densidad Natural (gr/cm3)	Humedad Natural (%)	Angulo de Fricción (Φ)	cohesión (Kg/cm2)
C-1	0.00-1.50	1.88	41.63	56.49	ML	-	22.42	-	-
C-1	1.50-3.00	0.29	11.54	88.17	CL	1.96	22.09	17.10°	0.23
C-2	0.00-1.50	5.62	87.79	6.59	SP-SM	-	11.49	-	-
C-2	1.50-3.00	1.07	54.15	44.78	SC-SM	1.92	6.68	16.60°	0.23
C-3	0.00-2.10	9.09	20.33	70.58	CL	1.79	19.05	-	-
C-3	2.10-3.00	0	22.62	77.38	CL	1.82	21.49	15.90°	0.22

Nota. Fue elaboración propia

Donde:

ML : Limos

CL : Arcillas

SP : Arena pobremente graduada

SM : Arena limosa
SC : Arena arcillosa

TRABAJOS TOPOGRÁFICOS EN LA ZONA DE ESTUDIO

Durante este período, las visitas de campo al área de estudio tuvieron como objetivo recolectar, identificar y evaluar información sobre el estado actual de las defensas fluviales, áreas ribereñas y agrícolas, condiciones topográficas, condiciones estructurales, etc. arquitectura y condiciones hidrológicas. Área de encuesta.

Se realizaron levantamientos topográficos del área de estudio para obtener un perfil longitudinal de las capacidades de defensa de los bancos naturales y las tierras de cultivo. Desarrollado para determinar las propiedades físicas del guardabarros y sus conductos, la rugosidad se determinó observando los detalles estructurales, pendiente, sección transversal y tipo de terreno, etc.

La obtención de información IN SITU se realizó durante la estación seca cuando en el río Huancané no tenía un flujo turbulento. La ruta comienza a unos 3.85 km aguas arriba del Puente Tsumanta, con una progresiva de 0+000 km y concluye aguas abajo del puente Keachi con una progresiva de 3+850 km, el estudio topográfico se realizó con los equipos siguientes:

Datos obtenidos de Topografía.

A los trabajos de campo se obtuvo la topografía del cauce utilizando los equipos antes mencionados, utilizando los siguientes pasos:

- Se selecciona el área de intervención en el dron para luego programar las etapas de vuelo.

Figura 16
Estudios topográficos con dron



- Se realiza un cierre de poligonal con estación total para las comprobaciones de las precisiones del presente estudio, y a la vez realizar un amarre de los resultados de datos del dron con la estación total.

Figura 17
Estudios topográficos con estación total



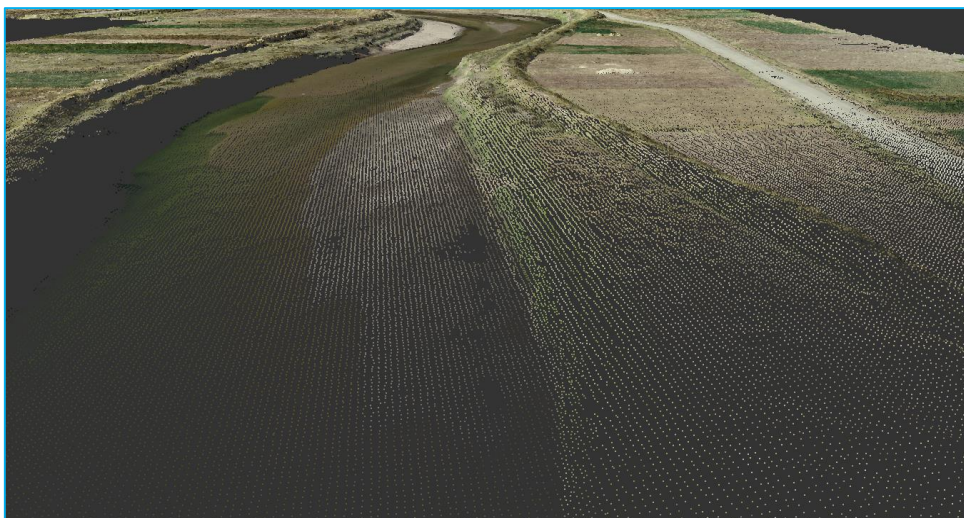
- Obtención de datos de la topografía del cauce de estudio.

Figura 18
Ortofoto topográfica del cauce de estudio



Nota. Fue Elaboración Propia

Figura 19
Levantamiento Topográfico del cauce del río (Fotogrametría)

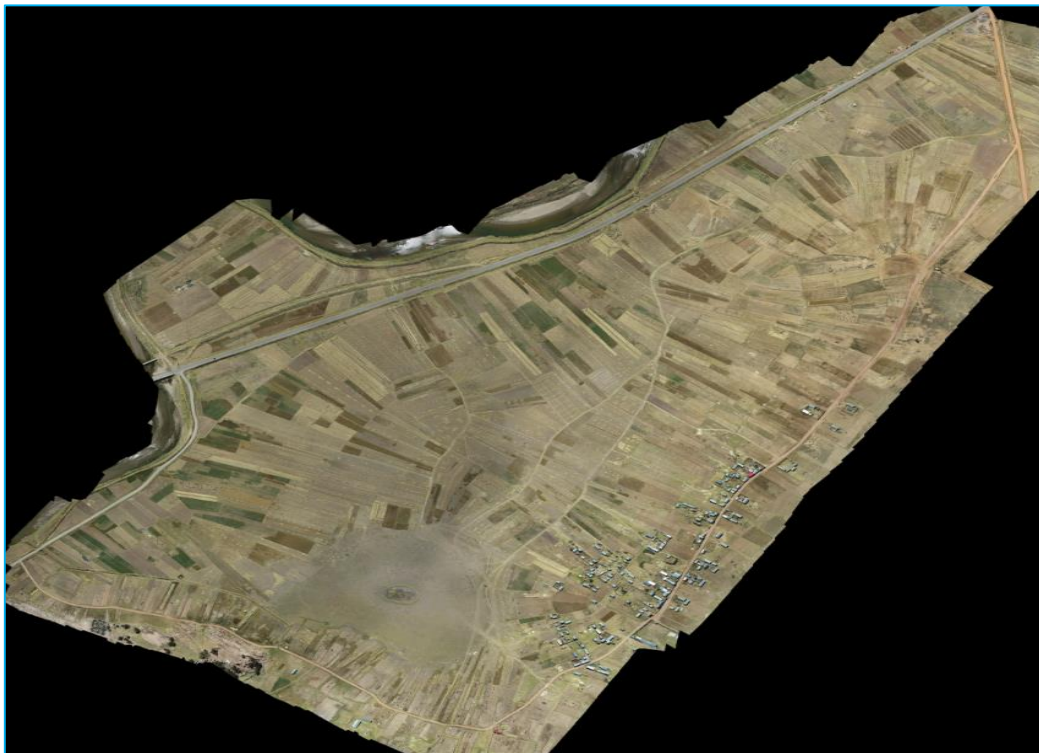


Nota. Fue Elaboración Propia

- Obtención de datos de la topografía de los terrenos agrícolas de la parcialidad de Luriata.

Figura 20

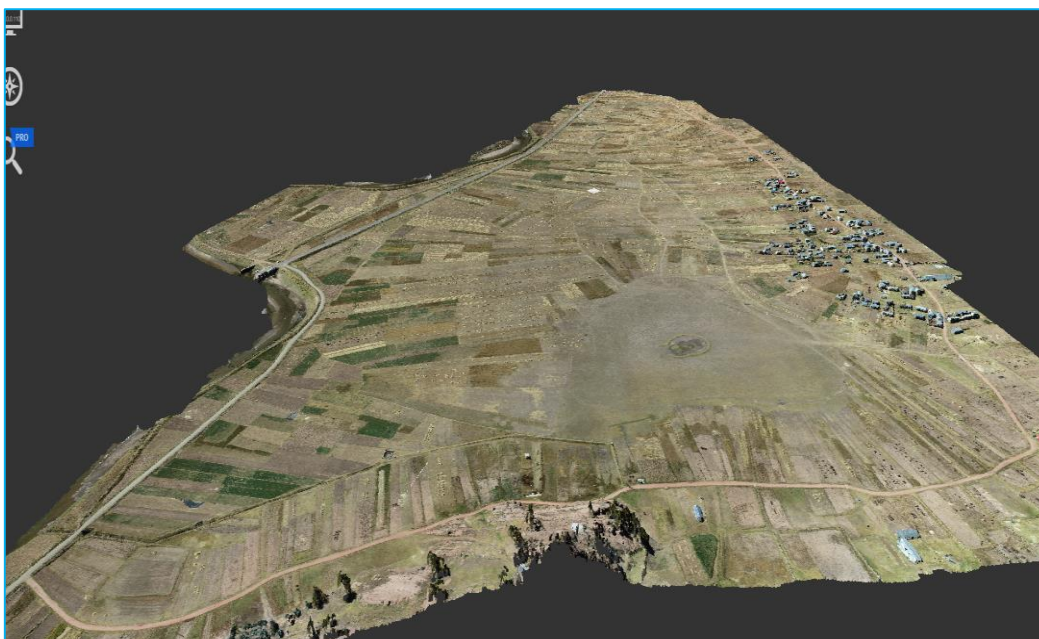
Levantamiento Topográfico Terrenos agrícolas (Ortofoto)



Nota. Fue Elaboración Propia

Figura 21

Levantamiento Topográfico Terrenos agrícolas vista 2 (Ortofoto)



Nota. Fue Elaboración Propia

- Obtención de datos de la topografía de secciones del cauce con estación total.

Figura 22

Levantamiento Topográfico sección 01 del cauce Progresiva 0+000



Nota. Fue Elaboración Propia

Figura 23

Levantamiento Topográfico sección Nº 02 del cauce progresiva 1+925



Nota. Fue Elaboración Propia

Figura 24

Levantamiento Topográfico sección Nº 03 del cauce progresiva 3+850



APLICACIÓN DE METODOS DE ANALISIS

OBTENCION DE DATOS HIDROLOGICOS

CON ArgGIS REALIZAMOS LA UBICACION DE LA CUENCA

Para la delimitación de cuencas utilizaremos el programa ARCGIS (ArcMap v10.8), ya que es de importancia conocer el área de precipitación de la cuenca del río Huancané, así como de los datos hidrometeorológicos.

El programa ArcGIS contiene herramientas para la detección de áreas de cuencas y la obtención de datos morfológicos de una cuenca.

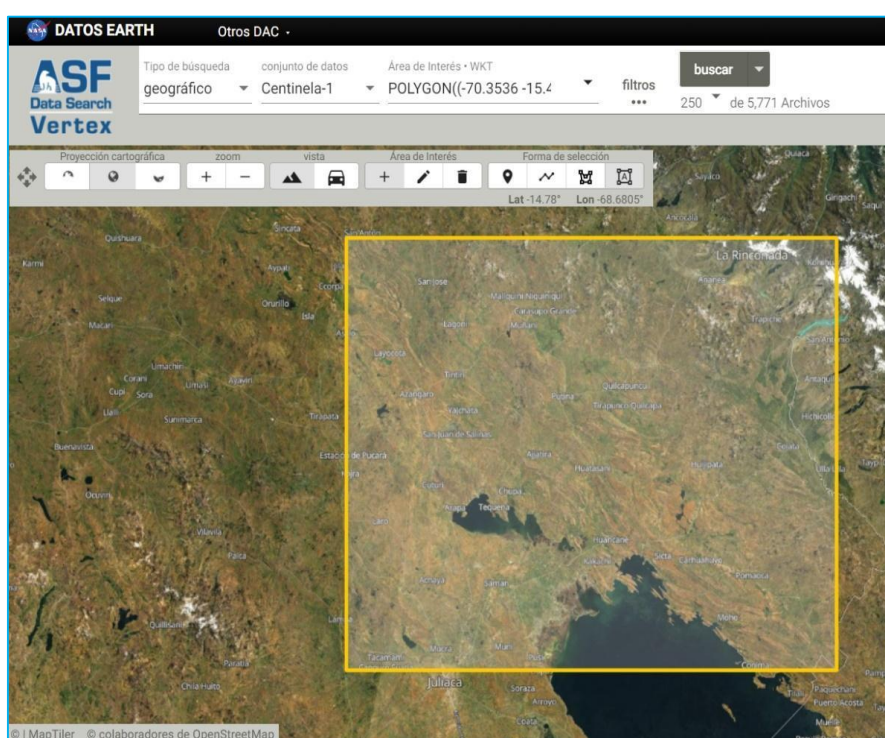
OBTENCIÓN DEL MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL (DEM)

Primero, creamos una carpeta en el escritorio después guardamos, almacenamos todos la información en la carpeta creada. Después guardamos el proyecto iniciado. Luego se carga el archivo DEM (Modelo de elevación digital). Que proviene de la página de Alos Palasar. Se procesa usando una extensión de ArcGis llamada caja de herramientas.

Como en este caso, realizar un levantamiento de áreas propensas a inundaciones requiere un levantamiento topográfico del área en cuestión, lo que inevitablemente conduce a una ruta que puede causar problemas de inundaciones.

Por otro lado, se generaron modelos digitales de elevación desde el sitio de Alaska Satellite Facility (NASA) con una precisión de trama de 12,5 m. x 12,5 toneladas. El área de estudio, con una ligera pendiente, es aceptable (el estudio se realiza mediante un modelo numérico topográfico para calcular los parámetros morfológicos de la cuenca)

Figura 25
Ubicación del proyecto de estudio



Nota. Fuente propia

Se selecciona en Geoespacial | Dataset |ALOS PALSAR |Search, en el mapa se revisa la información proporcionada por el satélite y se selecciona el área de investigación del presente estudio.

CON ArgGIS REALIZAMOS LA DELIMITACIÓN DE LA CUENCA

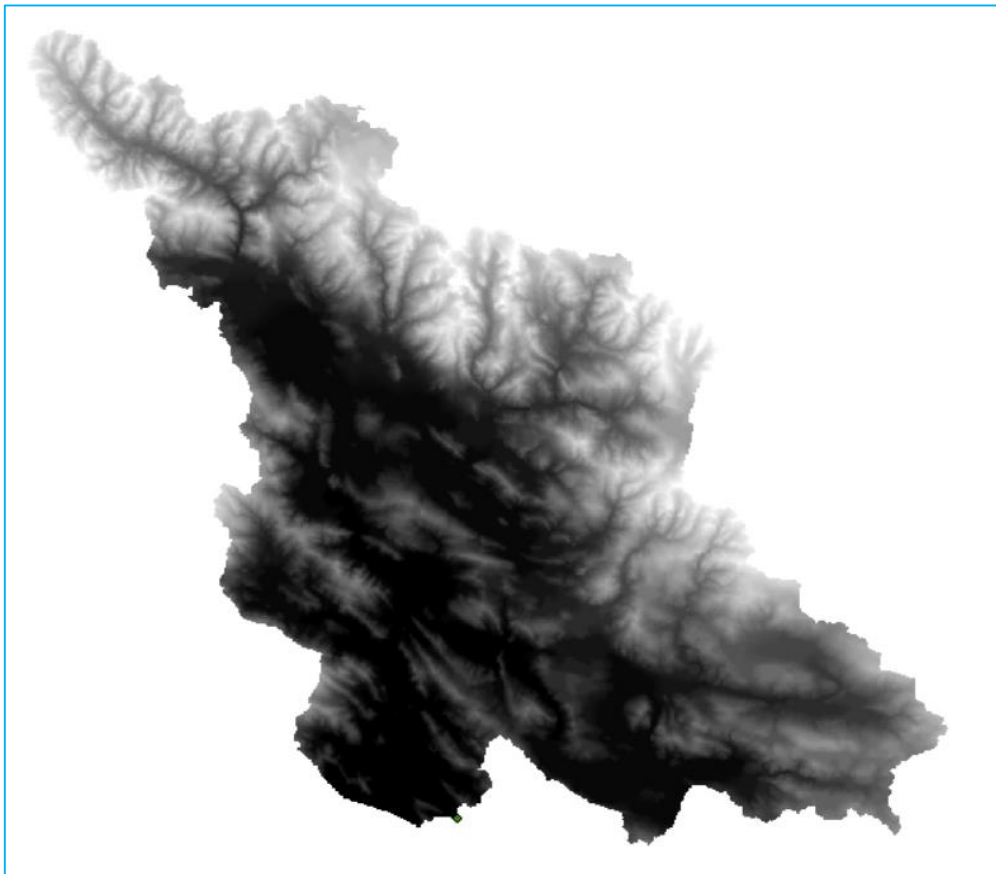
Para la obtención de la cuenca hidrográfica, se utiliza el programa ArcGIS 10.8, entonces hemos realizado una delimitación de la cuenca del río Huancané utilizando

la información obtenida en la sección anterior e introducirlo en el programa, el cual procederemos a explicar.

Lo primero que hacemos es crear una carpeta en la computadora, para guardar todos nuestros archivos, luego guardamos el proyecto que iniciamos, después cargamos nuestro archivo Modelo de Elevación Digital (DEM) para procesarlo utilizando una extensión del ArcGis llamado Hec GeoHMS. Y de esta extraer la cuenca de la zona de estudio, creando seguido un FILL para eliminar vacíos en la cuenca.

Figura 26

*Cuenca del rio Huancané – Delimitación, Extracción de área de estudio
(Ach. DEM)*



Nota: Elaboración Propia

IDENTIFICACION DE ORDEN DE RIOS

Continuamos capacitando sobre la cuenca, incluidos los ríos bajo investigación, y con la ayuda de ArcGIS, determinamos el orden de los ríos que nos ayudaría a extraer datos de las regiones necesarias para la investigación.

PROCEDIMIENTO DE OBTENCION DE DATOS GEOMORFOLOGICOS DE LA CUENCA

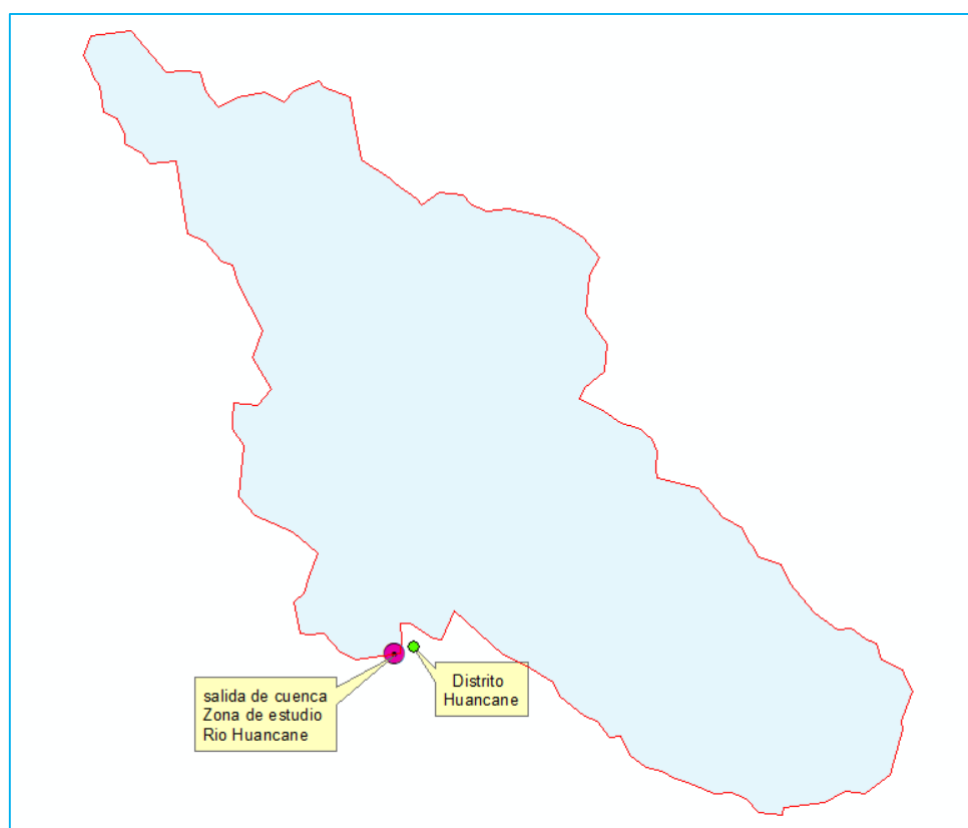
Una vez procesada ArcGIS, procedemos al cálculo de los parámetros Geomorfológicos obtenidos por el programa que mencionaremos.

Área de la Cuenca de estudio.

Es la superficie del suelo del agua pluvial la que contribuye al mismo sitio de evacuación a través del arroyo que se une al canal secundario o primario.

En una cuenca hidrográfica, su delimitación se realiza mediante una línea ficticia llamada divisoria de aguas o *divortium aquarum*, donde Aísla la pendiente en el lado opuesto de la cumbre y permite que el agua de lluvia de las precipitaciones fluya en ambos lados de la corriente ficticia hacia los cauces de las cuencas continuas. La siguiente es la cuenca de nuestro trabajo de investigación.

Figura 27
Área de la cuenca



Nota: Elaboración Propia

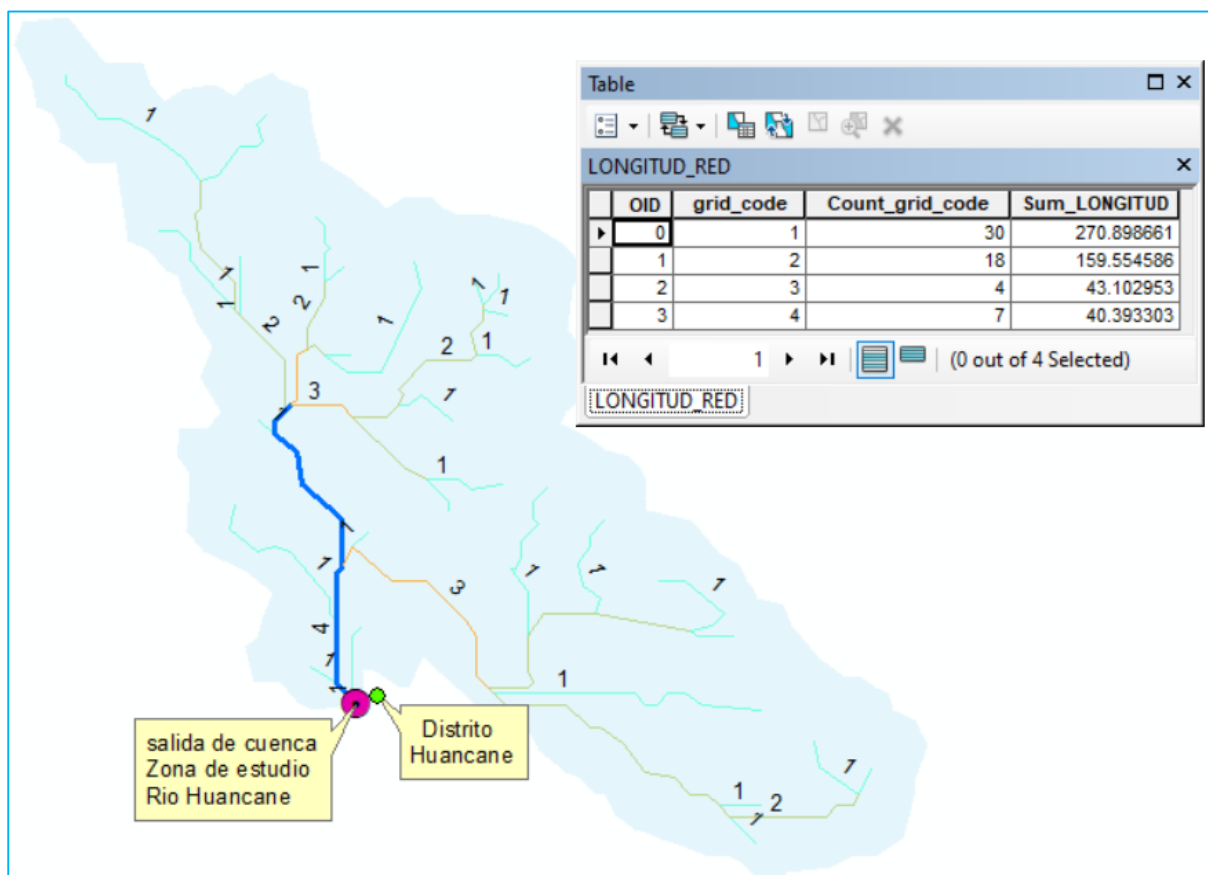
- Área : 4100.592792 km²
- X centroide : 427902.6595 E
- Y centroide : 8343321.783 N

Distancia del cauce principal

La distancia del cauce más largo, su cálculo es un criterio muy representativo de la una cuenca de estudio. Se mide teniendo en consideración toda la sinuosidad del cauce de estudio o la longitud del eje del mismo.

Figura 28

Distancia del cauce principal



Nota. Elaboración Propia

- Distancia principal del cauce: 40.393303 km

El Perímetro de la cuenca del estudio de investigación

Esta es la longitud de la cuenca y forma el límite de la cuenca. Al comparar las cuencas hidrográficas de una misma zona, este parámetro permite distinguir la forma de la cuenca. Es decir, es alargada o redonda.

- Perímetro : 369.862445 km

La Forma de la cuenca del estudio de investigación

Se utilizan varios parámetros relacionados con el área, la circunferencia o la longitud del canal más largo para describir la forma. Se define como la distancia entre el punto de salida de la cuenca y el punto aguas arriba. El índice más popular es:

Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius

Establecer una relación entre el perímetro de una circunferencia de área equivalente a la superficie de la cuenca correspondiente y al perímetro de la cuenca. Este indicador muestra la forma de la superficie de la cuenca por su división y el efecto de las precipitaciones sobre el caudal y la navegación (López Cadenas de Llano y Mintegui Aguirre, 1987).

$$k_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

A = Área de la cuenca en Km²

P = Perímetro de la cuenca en Km

K_c = Coeficiente de compacidad

K_c : 1.63 (alargada)

El Factor de forma

Este es uno de los parámetros que describe el estiramiento de una cuenca de estudio. Se expresa como la relación entre la superficie de la cuenca de estudio y la longitud de la cuenca de estudio. Los parámetros están determinados por la siguiente fórmula

$$Ff = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

L = Longitud de la cuenca en km

A = Área de la cuenca de Km²

Ff = Factor de forma

Ff : 0.158 (muy alargada)

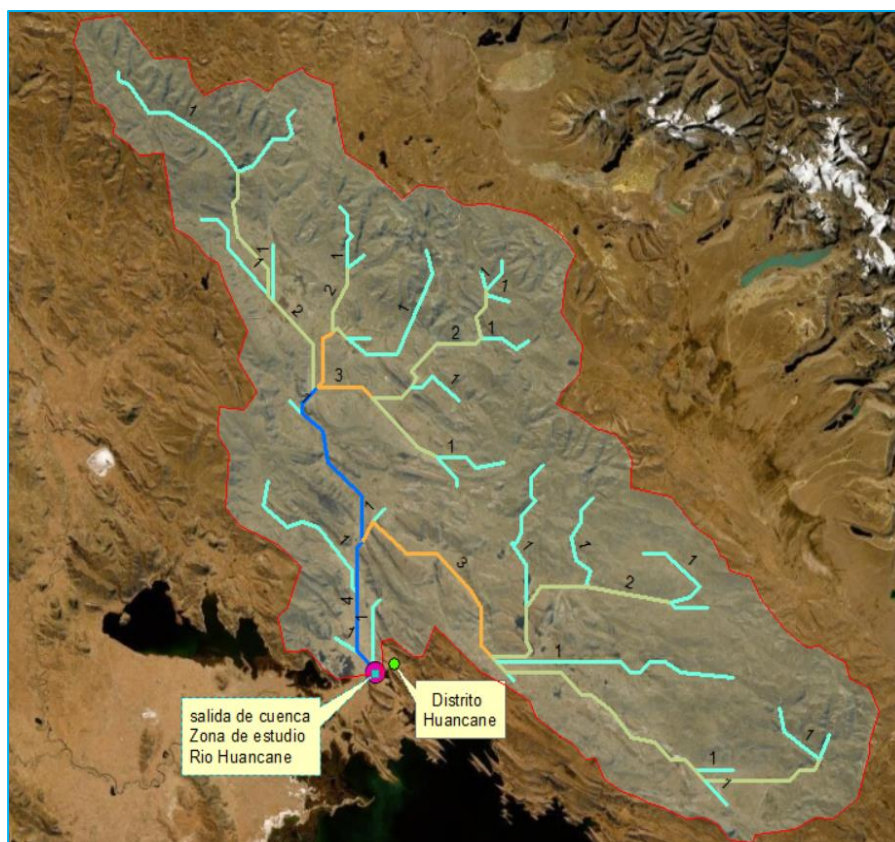
Los sistemas de drenaje

El sistema de drenaje consta del cauce de estudio principal y sus cauces de estudio tributarios. Cuanto más largo es el cauce de estudio principal, más ramas tiene la red de drenaje. Los parámetros más típicos son:

El Orden de los cauces

Se han desarrollado varios criterios para establecer el orden de los canales para determinar el tamaño de la red de drenaje después de la escorrentía superficial directa. Los criterios utilizados en este estudio se basan en el modelo de Strahler. Este modelo implica la asignación de números a cada canal tributario desde el cabezal de captación hasta el canal principal para que los números finales indiquen el orden. Diagrama de la red de drenaje en la cuenca (ver Figura 24). Las cuencas muy fragmentadas tienen flujos bien ordenados y suelos relativamente impermeables. A partir de entonces, la respuesta a la tormenta fue rápida (Aparicio, 1996).

Figura 29
Clasificación de ríos de la cuenca



Nota. Elaboración Propia

Tabla 18
Orden de ríos

Orden	Numero de ríos del mismo orden	Sumatoria total de ríos del mismo orden (km)
1	30	270.898661
2	18	159.554586
3	4	43.102953
4	7	40.393303
total		513.949503

Fuente elaboración propia

- La cuenca tiene ríos de orden 4

La Razón de bifurcación

Este es un parámetro que es el resultado de la relación entre el número de canales de un orden particular y el número de canales del siguiente orden superior. La razón es la siguiente:

$$Rb = \frac{N_n}{N_{n+1}}$$

Donde:

N_n = Numero de cauces de un orden dado

N_{n+1} = Numero de cauces del orden inmediatamente superior

Rb = Razón de bifurcación

El valor de esta relación es muy alto y está determinado por el suelo inclinado, que es muy sensible a la erosión. Además, estas cuencas tienen una extensa red hidrológica con muchos afluentes que responden rápidamente a las precipitaciones (Aparicio, 1996).

El Densidad de drenaje

Este parámetro muestra la relación entre las longitudes de los caudales de agua irregular y regular en la cuenca y el área total de la cuenca. Por otro lado, tiene la capacidad de separar cierta cantidad de agua (López Cadenas de Llano, 1998). Este parámetro es una muy buena representación de la topografía de la cuenca en el estudio.

El mínimo de esta relación está asociado con áreas con materiales de suelo de baja erosión, cubierta vegetal baja y pendientes planas. Los valores altos, por otro lado, indican que las lluvias tienen un impacto rápido en el flujo de los ríos. Estas áreas suelen tener un terreno accidentado y pendientes pronunciadas. Se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

Donde:

A = Superficie de la cuenca en Km²

Lt = Largo total de los cursos de agua en Km

Dd = Densidad de drenaje

$$Dd = 0.13$$

Tabla 19*Valores referenciales*

Densidad de drenaje (valores Aproximados)	TIPO
0.1 – 1.8	Baja
1.9 – 3.6	Moderada
3.7 – 5.6	alta

Nota: IBAL, 2009

La extensión media de escurrimiento superficial

Este parámetro indica la distancia promedio que el agua de lluvia será transportada a los arroyos cercanos. La fórmula es:

$$Es = \frac{A}{4Lt}$$

Donde:

Lt = Largo total de los cursos de agua en Km*A* = Superficie de la cuenca en Km²*Es* = Extensión media de escurrimiento superficial

$$Es = 1.995 \text{ km}$$

La frecuencia de ríos

Este parámetro informa el orden total de todos los canales. Es decir, el área total y total de todos los ríos de la cuenca. Muestra el valor del número de ríos por Km².

$$Fr = 0.014$$

La elevación de los terrenos

El análisis de la variación de la elevación del suelo sobre el nivel del mar es una característica que influye en el resultado del gradiente de la cuenca. Los parámetros más típicos son:

La altitud media de la cuenca

Este valor toma en cuenta los aspectos naturales y climáticos interdependientes de la cuenca a través de modelos climáticos regionales (ANA, 2010). La fórmula es:

$$H_m = 4,160.00 \text{ m.s.n.m.}$$

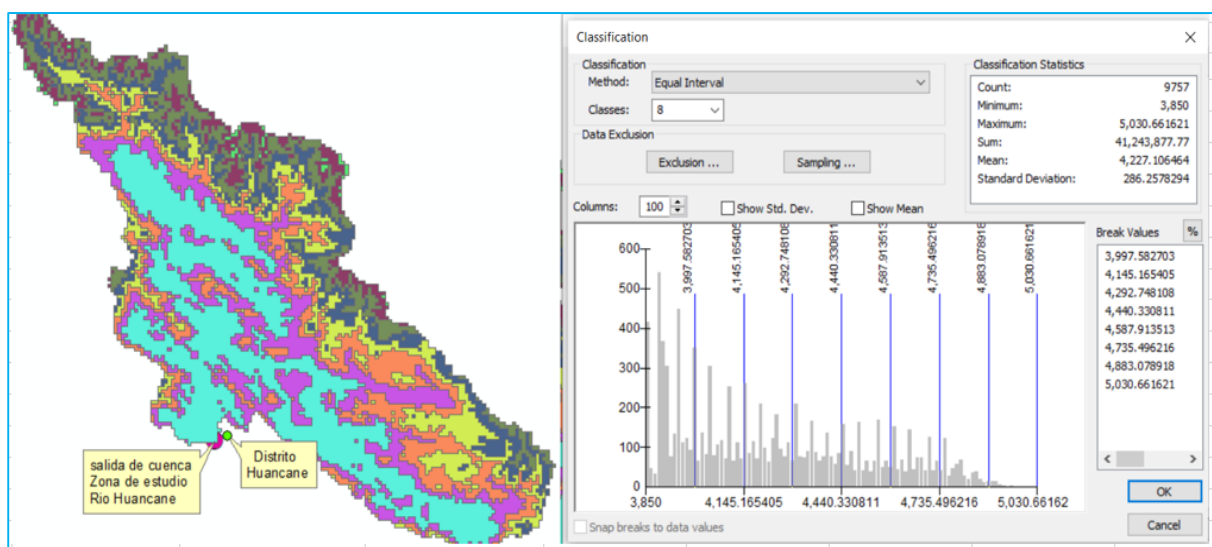
Su curva Hipsométrica

La curva inferior está representada por una curva característica muy importante de la cuenca bajo investigación. Esta curva representa la elevación en metros sobre el nivel del mar en el eje y y el porcentaje del área de captación por encima de la elevación especificada en el eje x. En cierto sentido, caracteriza el relieve (Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca, 1978).

Cabe recordar que ingresar un área de 50 l en el eje horizontal dará la elevación media de la cuenca que interseca la curva inferior.

Figura 30

Zonas parciales y acumuladas para elaboración de la curva hipsométrica



Nota. Elaboración propia

Tabla 20

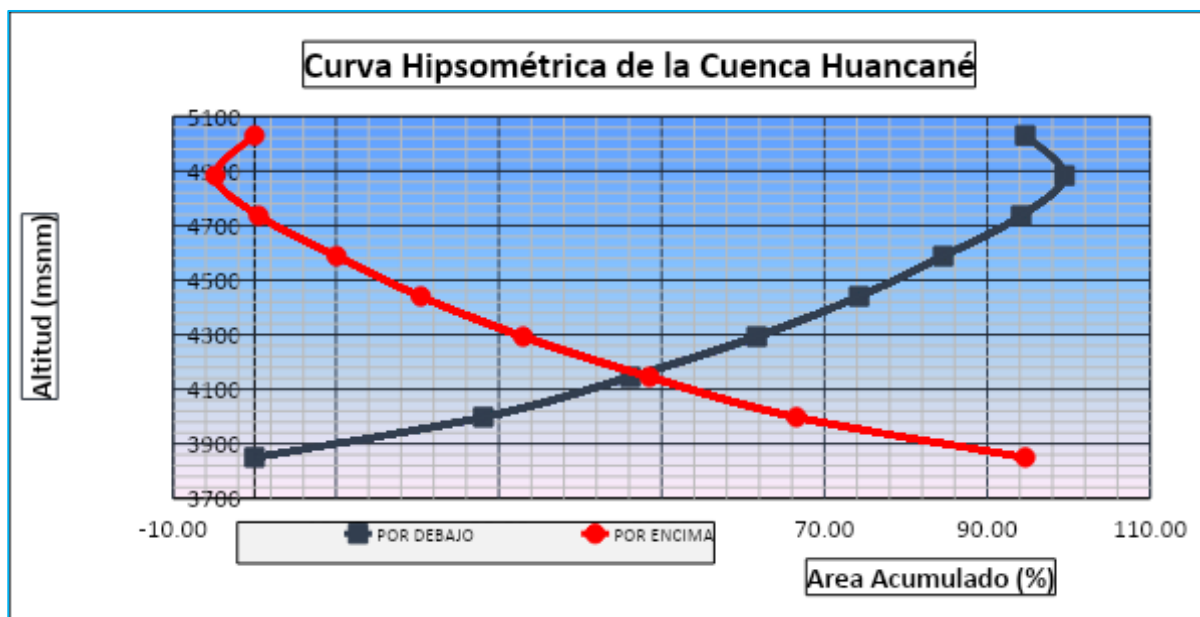
Áreas parciales y acumuladas para elaboración de Curva Hipsométrica

ALTITUD	AREAS PARCIALES		AREAS ACUMULADAS			
			POR DEBAJO		POR ENCIMA	
m.s.n.m.	Km2	(%)	(KM2)	(%)	KM2	(%)
Punto más bajo						
3850	0.00	0.00	0.00	0.00	8.78	94.67
3998	2.47	28.10	2.47	28.10	6.31	66.57
4145	1.58	18.05	4.05	46.15	4.73	48.52
4293	1.36	15.53	5.42	61.68	3.37	32.99
4441	1.10	12.57	6.52	74.24	2.26	20.43
4588	0.91	10.34	7.43	84.59	1.35	10.09
4736	0.84	9.58	8.27	94.17	0.51	0.50
4883	0.47	5.33	8.74	99.50	0.04	-4.83
5031	0.04	0.50	8.31	94.67	0.47	0.00
Punto más alto						
TOTAL	8.78	100.00				

Nota. Elaboración propia

Figura 31

Curva Hipsométrica de la cuenca del rio Huancané



Nota. Elaboración propia

Los polígonos de frecuencia de Altitudes

En el mapa de polígonos de frecuencia de elevación, el eje y representa el porcentaje de la parte del área de la cuenca que se está estudiando, y el eje x representa la elevación en metros sobre el nivel del mar en este porcentaje.

El polígono de frecuencias complementa la curva infraorbital y permite que el porcentaje más alto de la figura determine las elevaciones más frecuentes en la cuenca.

Tabla 21

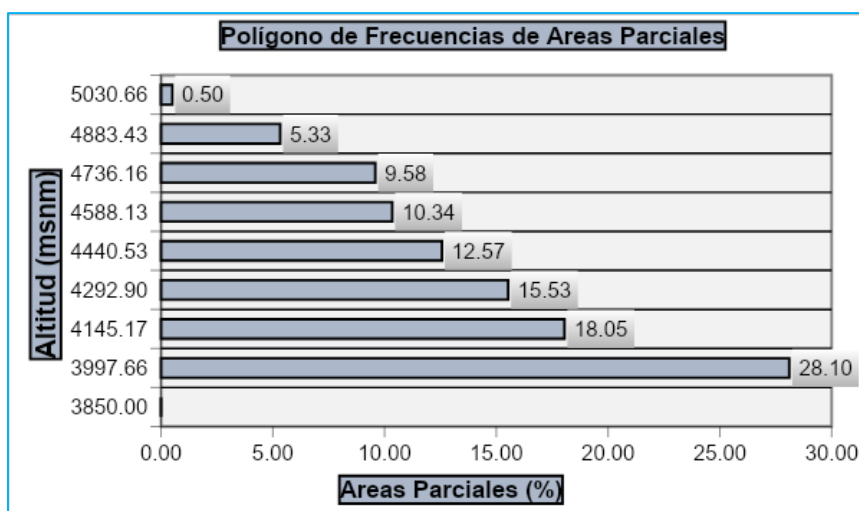
Altitud más frecuente:

Porcentaje de Incidencia

COTA (msnm)	A. PARCIAL (%)
3850.00	0.00
3997.66	28.10
4145.17	18.05
4292.90	15.53
4440.53	12.57
4588.13	10.34
4736.16	9.58
4883.43	5.33
5030.66	0.50

Figura 32

Polígono de frecuencias de la cuenca del rio Huancané



Nota. Elaboración propia

El rectángulo equivalente

Esta es una transformación geométrica de una cuenca en un rectángulo ideal con la misma área y el mismo perímetro. En este rectángulo, las curvas de nivel son paralelas a los lados cortos, que son la primera y la última curvas de nivel, respectivamente (Ministerio de Agricultura y Alimentación, 1978). Los lados del rectángulo equivalente tienen la siguiente relación:

$$L = \frac{P}{4} + \sqrt{\frac{P^2}{16} - A}$$

$$l = \frac{P}{4} - \sqrt{\frac{P^2}{16} - A}$$

Donde:

L, l = Lado mayor y menor del rectángulo en km.
respectivamente

P = Perímetro de la cuenca en Km

A = Área de la cuenca en Km²

Tabla 22

*Rectángulo equivalente de la cuenca del
río Huancané*

Cota (msnm)	Área Parcial ai (Km ²)	Ancho, ci (Km)
3850.00	0.00	0.00
3997.66	2.47	0.10
4145.17	1.58	0.06
4292.90	1.36	0.05
4440.53	1.10	0.04
4588.13	0.91	0.04
4736.16	0.84	0.03
4883.43	0.47	0.02
5030.66	0.04	0.00
Suma ci= L=		0.34

Nota: Elaboración propia

La declividad de los cauces

Por lo tanto, cuanto más pronunciada es la pendiente del canal, mayor es el flujo de agua en el mismo canal. Los parámetros más típicos son:

Pendiente media del cauce principal

La influencia de la composición topográfica sobre la erosión de la cuenca y la formación de caudales altos se produce según el grado de pendiente (López Cadenas de Llano, 1998). Hay varios criterios para determinar este parámetro. A continuación se muestra la relación entre los criterios adoptados.

$$L_c = 7.04\%$$

Valores referentes y rangos aproximados de pendiente media del cauce principal se muestran a continuación (ver Tabla 24).

Pendiente media del cauce (%) Clase

1 – 5 : Suave

6 – 11 : Moderado

12 – 17 : fuerte

Se aprecia a continuación, Valores referentes (ver Tabla 23).

Tabla 23

Rangos aproximados de pendiente media del cauce principal

Pendiente media del cauce (%)	Clase
1 – 5	Suave
6 – 11	Moderado
12 – 17	fuerte

Nota. Fuede IBAL, 2009

La declividad de los terrenos

Su pendiente media de la cuenca

Este índice representa el promedio de todas las pendientes que componen las distintas áreas de terreno de la cuenca. Afecta en gran medida la velocidad a la que se produce la escorrentía superficial. Existen varios criterios para calcular la pendiente media. La siguiente tabla muestra el terreno utilizado por la cuenca en intervalos de tiempo cercanos al gradiente promedio (ver Tabla 24)

Tabla 24

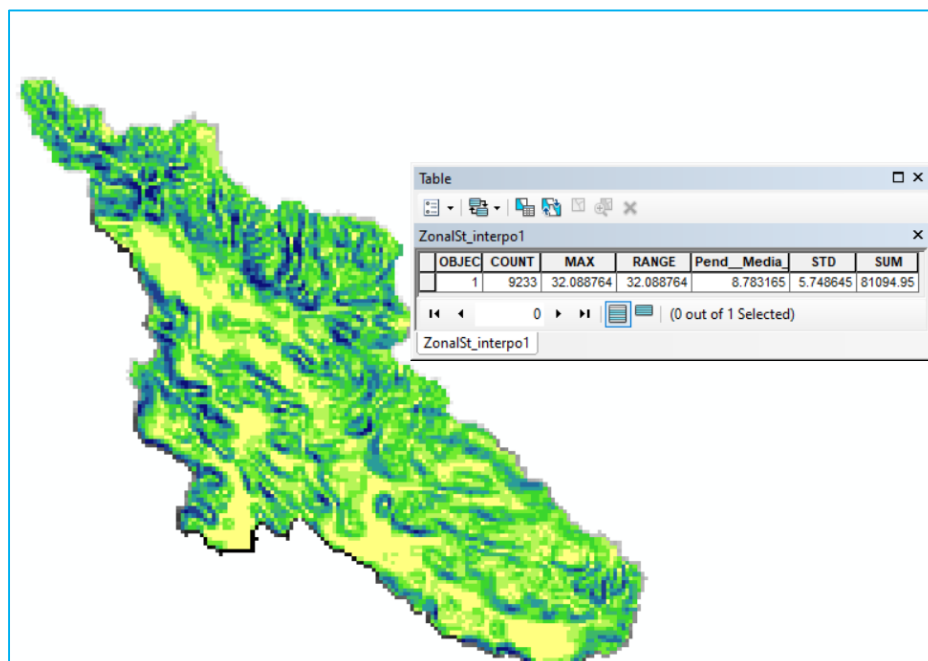
Rangos aproximados de pendiente media de la cuenca

Terrenos	Pendiente media (%)
Llano	0 a 2
Suave	2 a 5
Accidentado medio	5 a 10
Accidentado	10 a 15
Fuertemente accidentado	15 a 25
Escarpado	25 a 50
Muy escarpado	>50

Nota. Según Pérez

Figura 33

Pendiente Media de la Cuenca



Nota. Elaboración Propia

- Pendiente Media de la Cuenca = 8.78 % (accidentado Medio)

CALCULO DE PRECIPITACIONES Y CAUDALES DE DISEÑO

DATOS HIDROMETEREOLÓGICOS EXTRAÍDOS DE SENAMHI

De las estaciones pluviométricas dentro de la cuenca podemos obtener los siguientes datos:

▪ Estación Huancané:

Este : 418553.32

Norte : 8318652.45

Altura : 3842

Tabla 25

Datos de precipitaciones Históricas - Estación Huancané

DATOS HISTORICOS													
RECIPITACIONES ESTACION HUANCANE													
año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	anual
1963											41.6	57	98.6
1964	68	81		27	22.6	0	0	2.2	16	13.5	81.4	27.5	339.2
1965	177	105	105	18.8	3.5	0	5.5	2	22	23	75	200	736.8
1966	91	123	123	16.5	75	0	0	0	11.6	37.5	63.2	84.4	625.2
1967	27.5	76	78	7	29	1	23.5	16.5	62	47	7.3	136.2	511
1968	92.2	237.4	89.2	43.7	11.5	5.4	13.4	12.2	57	53.9	129.7	85.8	831.4
1969	124.2	148.8	96	33.5	0	2.2	11.4	8.2	15.7	13.3	53.8	40.4	547.5
1970	164.4	71.4	90.4	52.1	10.2	1	0	0	42.8	58.2	37	193	720.5
1971	116.8	213	49.3	8.5	1	1	0	2.5	1.2	31.2	46.4	46.5	517.4
1972	169.8	79	50	13.5	0	0	6.5	7.5	43	26.3	61.5	167	624.1
1973	151.6	63.2	163.5	71.5	9	0	0	8.5	74.8	36.4	12.9	56.5	647.9
1974	190.4	141.8	51	36	0	3	0	24.9	18	35.5	47.5	62.5	610.6
1975	127	209.5	103.5	18.4	6	0	0	0	10.6	61.5	26.2	155	717.7
1976	66	58	9.7	0	21.5	4.5	1.8	26.6				97.6	285.7
1977	31.6	150.6	94.6	0	2.8	0	1.9	3.2	55.6	42	96	91	569.3
1978	120.8	237.2	143.6	65.4	0.1	7.7	6.8	0.1	34	28.5	131.1	195.2	970.5
1979	191.8	99.5	43.1	70.5	1.6	0	2.8	9.2	4.2	78.2	56.5	107.9	665.3
1980	118.3	125.4	132.7	31.3	7.1	0.2	5.7	9.8	74.7	91.2	26.3	85.1	707.8
1981	326	104	114.6	83	14.7	0.1	0	21.8	33.6	106.2	45.8	106.6	956.4
1982	175.2	35.8	112.8	58	1.2	1.2	0	4.2	50.4	39.2	126.2	48.2	652.4
1983	102.4	48.4	24.4	37.2	13.8	1	0	2.7	44.7	43	35.8	94.3	447.7
1984	190.4	166.7	125.4	38.8	14.2	9.6	0	17.8	1.4	72.2	113.4	76.4	826.3
1985	168.8	66	107.6	165.8	17	17.4	0	3.4	103.8	28.8	203.4	163.8	1045.8
1986	183.2	148.4	151.4	67.6	9.2	0	9	20.3	72.6	17.6	85	115.1	879.4
1987	191.1	20.1	77.5	28.2	23.2	10.2	18.2	14.4	5.4	72.4	78.5	57	596.2
1988	227.4	77.9	269.8	123.2	48.6	0	0	0	8.9	48.4	5.1	93.3	902.6
1989	156	120.3	111.8	58.8	1.9	7	1.1	14.7	15.2	21.9	67.3	83.6	659.6
1990	121.9	55.6	49.4	21.2	12.8	44.9	0	35.9	25.6	52.1	98.1	98.6	616.1
1991	123.4	137.7	138	9	20.1	51.1	1	0.7	36.4	14.1	46.1	148.2	725.8
1992	132	75.4	46.9	6.4	0	9.7	9	72.1	13.7	66.6	45	140	616.8
1993	127.3	47.9	111.2	58.1	11.5	2.1	0	10.6	19.1	56.5	90.6	143.9	678.8
1994	100.8	114.7	150.6	39.5	14	1.8	0	0	11.8	39.2	64.6	132.8	669.8
1995	133.3	124.1	79.7	13.7	1.2	0	0.8	1.2	17	14.7	69.5	67.2	522.4
1996	200.9	80.8	71.1	17.5	2.3	0	7.6	3.5	13.1	9.8	70	177.4	654
1997	171.8	110.8	183.4	83.4	15.5	0	0	15.8	40.6	41.1	85	51.7	799.1
1998	109.3	69.4	87.5	52.9	0	5.7	0	0.5	4.2	65.2	162	16.6	573.3

1999	89.4	67.4	149.5	76.9	9.2	0.5	2.1	1.7	45.7	61.7	46.2	41.2	591.5
2000	85.2	55.9	113.8	7.1	12.1	7.3	0.5	21.4	10.5	97.8	14.7	113.5	539.8
2001	205.1	142.2	159.7	13.8	21.7	3.5	6.2	10.9	9.1	92	63.3	123.6	851.1
2002	90.9	175.5	151.5	102.3	21.1	4.8	23.5	6.1	37.3	140.1	85.8	116.8	955.7
2003	216.5	107.8	131.3	46.3	3	11	1.1	3	22.4	67.6	40.8	105.9	756.7
2004	195.9	147.1	54.1	42.8	6.1	11.8	8.3	32.8	21.1	34	51.3	91.9	697.2
2005	109.4	148.6	96.6	16.6	0.5	0	0	5.2	28	75.5	31.5	94.2	606.1
2006	224.3	31.1	76.7	39.3	0.5	1.5	0	3.8	23.1	55.9	51.3	113.2	620.7
2007	137.9	97.4	122.8	64	5.2	0	2.2	0.7	83.1	7.6	58.1	115.4	694.4
2008	134.3	76.6	61.8	5.1	8.7	0	0	0	5.5	48.5	32.7	212.2	585.4
2009	80.1	113.3	42.9	9.3	0.5	0	3.2	0	12.6	13.1	58.8	100	433.8
2010	156.2	112.5	38.8	21.2	24.6	0	0	0	0.6	47.3	0.7	118.8	520.7
2011	68.4	151.3	109.9	16	10.5	0	5.6	1.4	31.7	33.4	22.5	118.5	569.2
2012	143.2	130	140.4	40	0.2	0	0.3	1.6	11.5	21.4	26.2	136.9	651.7
2013	127.8	216.6	21.1	13.4	19.2	7.4	12.1	12.1	2.5	89.6	44.4	155.7	721.9
2014	139.7	174.7	63.7	32.5	15.7	0.8	14.1	12.5	59.8	45.6	8.4	116.7	684.2
2015	128.8	102	45	57.8	5.1	2	2.4	18.8	31.3	39.6			432.8
Total	7302.7	5873.8	5015.3	2080.4	586	238.4	207.6	505	1496.5	2456.9	3121.5	5577.8	34461.9

Precipitación Media Anual

650.22

Nota. Senamhi Puno

▪ Estación Putina:

Este : 405818.63

Norte : 8350226.4

Altura : 3861

Tabla 26

Datos de precipitaciones Históricas - Estación Putina

DATOS HISTORICOS													
PRECIPITACIONES ESTACION PUTINA													
año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	anual
1956					9	3	1.5	3	48.5	29.1	25	0	119.1
1957	119.5	176.5	82.5	74.5	72	15	0	5	8.5	58.5	50.5	199.5	862
1958	100	109.5	105.5	34	42	0	8.5	14.5	62.5	57.5	41	0	575
1959	113	125.5	220.5	81.5	0	7	0	1.5	8.5	57.5	77	128.5	820.5
1960	201	81	69.5	14	29	0	0	11.5	49	52.5	221.5	45.5	774.5
1961	141.5	84.3	91	63.5	59.5	0	0	1	21	18	56	137	672.8
1962	229.5	114	132.5	23	6.5	0	0.5	0.5	79.5	17	49	180.5	832.5
1963	185.5	92.5	36.5	75	4	0	0	1	46	55	61	40.5	597
1964	67.5	71	111	72.5	17.5	0	0	1	16	45	80	92.5	574
1965	194.5	93.5	161	39.5	0	0	0	0.5	23	21.5	99.3	163.3	796.1
1966	66.7	151.1	66.4	32.2	41.9	0	0	0	26	43.4	95.5	48.2	571.4
1967	41.2	85.1	153.8	10	26	0	23	30	94.7	87.4	25.2	178.3	754.7

1968	79.6	126.2	72	48.1	0.7	0.4	45.4	1.1	56.4	49	138.9	40.6	658.4
1969	214.6	86.5	55.6	11.1	1	1.2	15.5	0	31.3	33.9	88.6	53.9	593.2
1970	0	99.8	92.6	86.9	0.51	0.01	0.03	0.04	61.42	40.31	20.71	184.4	586.73
1971	190.8	184.4	49.51	19	2	0.7	0	5.62	3.82	42.13	48.1	40.61	586.69
1972	155.62	119.02	77.72	46.61	6	0.01	1.04	13.81	28.61	43.94	105.11	77.8	675.29
1973	131.92	132.21	100.7	120.5	0	0	0	0	0	59.91	70.41	90.71	706.36
1974	137.1	144.81	93.6	47.51	0.6	4.82	1.4	16.84	33.41	68.34	51.02	104.72	704.17
1975	115.6	110.3	77.5	18.8	25.52	13.51	0	0.52	21.45	42.81	51.81	135.63	613.45
1976	151.71	97.3	86.81	22.3	14	8	1.51	19.12	76.3	3.7	26.2	66.7	573.65
1977	69.9	178.21	111.82	15.4	10.01	0	0.1	0	42.81	34.5	97.1	85.6	645.45
1978	117.21	117.4	95.31	55.3	5.3	2.61	0.3	0.3	27.8	23.51	117.31	158.1	720.45
1979	240.1	76.3	82.4	128.51	4.6	0	1.5	8.2	11.41	82	40.41	97	772.43
1980	121.5	55.4	114.4	15.21	11.9	3.02	15.3	4.61	52.9	91.7	33.8	57.4	577.14
1981	236	90.5	92.5	77.8	3.3	5.7	0	15.93	33.9	83.4	48.31	107.2	794.54
1982	236.4	109.9	99.5	73.8	0	0.01	0.8	12.9	59.32	43	123.1	65.51	824.24
1983	104.6	81.1	44.4	65.1	10.4	2	5.6	1.6	16.8	6.7	36.2	92.2	466.7
1984	291.6	217.3	98.3	34.6	6.8	5.31	2.2	22.5	0.6	81.81	110.5	108.1	979.62
1985	132.5	121.7	87.7	109	23.2	2.8	0	4.7	35.31	44.3	137.9	167.4	866.51
1986	106.3	146.9	90.4	142.6	13.7	0	2.42	7.9	49.7	14.4	86.7	142.6	803.62
1987	112.8	65.4	55.3	34.9	2.5	2.1	29	6	3.6	47.5	98.6	44.5	502.2
1988	120.8	66	202.1	91.9	12	0	0	5.3	8.9	45.9	9.3	137.4	699.6
1989	185.3	90.8	129.5	58.5	0	7.5	0	9	43.31	29.6	32.41	72.9	658.82
1990	179.03	60.1	75.9	25.7	5.81	61.02	0	1.81	17.31	109.01	84	114.21	733.9
1991	164.8	106.1	134.9	51	5.7	45	9.8	0.8	14.9	24.81	64.71	108.7	731.22
1992	153.61	54.3	49.72	25.2	0	1.21	4	72.52	20.51	44.52	66.31	123.7	615.6
1993	174.4	67.1	75.31	99.81	11.4	0	2.1	17	24.21	67.3	114.2	124.2	777.03
1994	170.8	112.6	113.7	72.4	17.8	5.2	0	0	18.62	37.4	44.61	106.9	700.03
1995	105.22	153.3	135.3	10.5	0.5	0	3.41	0.01	5.22	15.54	67.63	89.4	586.03
1996	118.64	66.83	113.51	37.31	29.62	0	0.9	6.92	20.81	19.9	131.6	95.7	641.74
1997	215.2	90.5	201.9	96.8	4.21	0	1.1	21.41	22.9	42.42	112.81	59.92	869.17
1998	125.6	105.72	92.8	32.91	0	12	0	1.62	0.51	66.91	89.41	24.61	552.09
1999	104.11	68.9	162.31	25.65	19.8	0.02	0.7	0	45.1	53.83	36.42	68.93	585.77
2000	158.04	131.42	93.71	15.12	1.7	27.4	0.01	11	12.2	112.31	25.02	105.23	693.16
2001	206.3	134.2	215.11	46.53	34.85	3	3.1	9.8	25.81	70.62	47.11	91.4	887.83
2002	125.5	130.5	110.6	53.3	14.6	1	16.7	5.8	21.8	128.4	51.6	100.6	760.4
2003	161.1	126.4	131.3	67	1.4	7.2	2	14.9	23.01	78.1	20.12	95.6	728.13
2004	215	123.3	79.91	47.91	6.1	0	1.2	18.31	21.6	17	62.4	67.91	660.64
2005	63.51	148.9	41.71	26.4	2.9	0	1	4.3	14.7	39	53.7	75.5	471.62
2006	165.2	34.6	45.4	0	0	0	0	0	0	45.3	68.81	82.5	441.81
2007	96.4	50.6	164.4	74.4	19.2	2.1	0	0	46.31	21.8	57.1	54.11	586.42
2008	0	79.41	69.71	3.2	6	0	0	0	15.5	58.7	77.1	140	449.62
2009	103.41	83.11	63.5	8.61	8	0	2.4	0	13.61	27.8	86.6	89.9	486.94
2010	178.2	116.52	105.1	29.3	12.1	0	0.6	2.3	0	43.7	20.91	101.41	610.14
2011	65.2	165.7	56.23	54	0.4	0	4.1	10.2	53.3	56.6	26.4	120	612.13
2012	97.6	128	82.4	41.4	14.4	0	0	4.7	8.7	19.5	34.3	152.9	583.9
2013	163.6	207.7	98	20	40.9	2.9	5.9	9.1	1.82	91.2	41	127.5	809.62
2014	149	0	89.1	55.4	7.3	0							300.8
Total	8171.3	6247.2	5841.4	2862.9	726.1	252.75	214.6	437.99	1630.7	2846.4	3937.3	5665.6	38834.6

Nota. Senamhi Puno

- Estación Muñani:
Este : 397559.61
Norte : 8367232.3
Altura : 3932

Tabla 27*Datos de precipitaciones Históricas - Estación Muñani*

DATOS HISTORICOS													
PRECIPITACIONES CUENCA HUANCANE													
año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	anual
1965	136	41	0	0	0	0	0	0	34	30	87	130	458
1966	103	142	64	0	26.8	0	0	0	5.4	19.2	50.1	26.7	437.2
1967	17.7	43.1	58.6	10.6	12.2	0	20	33	102.8	66.6	35	230.1	629.7
1968	75.7	123.9	98.4	56	13	0	27.8	32.4	76.2	37.9	91.3	31.6	664.2
1969	135	86.6	61.8	60.3	0	0	0	8.4	27.6	23.4	51.2	86.7	541
1970	214.1	68.2	73.7	82.2	15.7	0	2.4	0.4	44.3	65.9	23	174.7	764.6
1971	135.5	252.4	74.3	16.9	8.2	0	0	2.2	0	47.4	20.8	38.8	596.5
1972	148.6	47.2	13	12	0	0	0	4	2.8	22.4	77.8	84.4	412.2
1973	81.8	90	59.2	54.4	0.4	0	0	15.6	52.2	6	24.6	38.4	422.6
1974	100	96	25.2	17	0	0.8	0	0.4	0	9.6	2.4	69.8	321.2
1975	61	76	74.2	16.6	2.8	0	0	0	0	24.8	25.3	185.6	466.3
1976	337.3	366.4	315.2	136.6	0	0	0	0	0	0	27.1	132.2	1314.8
1977	96.4	128.9	120.6	16.4	0	0	0	0	46	41.7	95.4	95	640.4
1978	186.5	156.7	115.7	46.2	4.1	4.9	0	0	18.6	25.2	170.9	254.8	983.6
1979	173.8	45.9	77.3	119	11.4	0	0	0	11.7	57.9	29.6	133.3	659.9
1980	122.9	77.7	112.5	3.6	1.8	3.4	3.6	0	27	91.1	36.4	64	544
1981	196.6	90.4	131.6	72.6	0	0	0	9.9	25.5	70.8	41.3	93.6	732.3
1982	120.3	70.1	78	53	0	0	0	2.1	54.1	34.2	153.9	22.4	588.1
1983	89.2	83.3	45.1	49.8	7.2	0	0	19.7	12.4	36.1	15.6	53.9	412.3
1984	249.3	188.3	145.4	39.2	6	0	0	21.9	9.4	75	158.9	154.6	1048
1985	122.8	137.5	96.8	85.4	10	10.8	0	0	40.1	26.5	130.9	223.1	883.9
1986	85.1	192.2	153	94.1	6.7	0	2.3	0	32.5	0	78.4	111.6	755.9
1987	200.1	101	59.2	55.9	0	6.2	24.1	3.4	1.2	42.2	95.7	58.7	647.7
1988	118.7	112.7	83.8	90.1	19.2	0	0	0	0	40.4	3.8	123.2	591.9
1989	112.8	177.9	89.2	67.2	0	10	0	13.1	18.9	33.8	42.9	65.3	631.1
1990	136.8	55.5	24	3.2	0	55.2	0	0	9.2	79.6	83.8	67.9	515.2
1991	129.2	83.6	139.2	71.6	9.6	32	0	0	13	32.2	83.3	116.3	710
1992	188.3	91.4	45.8	19.2	0	4.3	0	37.7	10.8	33	41.4	111.7	583.6

1993	157	56.3	83.7	32.2	11.4	0	12.3	19.4	24.8	54.9	75.9	104.3	632.2
1994	104	94.3	91.8	71	23.2	3.1	0	0	7.1	22.7	64.5	110.2	591.9
1995	154.5	181.8	110.1	3.9	0	0	0	0	0	12.8	28.3	96.2	587.6
1996	153.9	70.1	68.8	34.9	18.7	0	0	8.5	8.1	29.9	104.2	61.4	558.5
1997	181.6	109.2	217.4	38.3	3.2	0	0	22.3	29.4	36.1	80.1	32.5	750.1
1998	62.5	96.4	106.4	39.2	0	3	0	0	0	54.1	64.4	41.9	467.9
1999	84.2	40.3	131.6	37.1	29.3	0	0	0	35.7	34.5	35.9	92.9	521.5
2000	119.8	98.1	81.4	9.1	0	19.4	0	10.6	20.2	126.8	20.5	108.6	614.5
2001	173	109.2	163.2	19.5	26.3	1.6	10.3	7.5	21.4	61.3	57	87	737.3
2002	90.3	115.9	104.5	42.5	5.7	4.4	16.5	4.9	27.9	90	58	125.7	686.3
2003	225.1	102.3	108.2	43.4	4.6	9.1	0	13	30.5	73.2	68	117.4	794.8
2004	282.6	129.1	120.4	66.7	25.2	1.8	0.8	20.6	28.1	39.4	65.4	133.5	913.6
2005	98.6	224.2	84.6	27.9	2.3	0	1.2	1	8.4	80.1	68.2	124.8	721.3
2006	203.9	61.9	57	87.2	0	0	0	6.6	28.1	62	82.8	124.9	714.4
2007	104	15.6	119.1	57.8	21.4	0	0	0	24.4	12.6	50.8	55.4	461.1
2008	132.8	65.4	42.7	10	1.9	0	0	0	8.9	67.7	31.4	154.5	515.3
2009	77.7	100.1	39.1	27.1	0	0	4.4	0	23.8	18.5	69	85.5	445.2
2010	171.9	138.5	69.5	25	10.2	0	0	3.7	0	61.1	17.1	86	583
2011	116.1	150.7	78.1	26.2	2	0	7.2	16.2	70.3	70.1	20.3	128.1	685.3
2012	153.6	93.1	83.7	65.4	0	1.8	0.2	0	6.5	18	35	155.8	613.1
Total	6721.6	5278.4	4396.1	2113.5	340.5	171.8	133.1	338.5	1079.3	2098.7	2874.6	5005	30551.1

Precipitación Media Anual

636.48

Nota. Senamhi Puno

- Estación Muñani:
Este : 448040.29
Norte : 8298689.73
Altura : 3836

Tabla 28

Datos de precipitaciones Históricas - Estación Moho

DATOS HISTORICOS													
PRECIPITACIONES ESTACION MOHO													
año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
1961	227	139.3	62.3	113.4	60.3	1.7	0	29.3	103.4	0	65.9	216.9	1019.5
1962	259.9	114.1	124.2	93.7	8.3	0	0.4	1.9	62.9	0	58.5	286	1009.9
1963	347.2	189.5	110.3	98.7	10.1	0	0	10.8	83.9	68.3	28.6	174.5	1121.9
1964	88.7	212.3	229.5	42.6	54.7	0	0	1.8	27.4	0	53	101.4	811.4
1965	281.7	109.3	103.5	40.8	4.2	0.8	7.7	0.7	30	48.7	0	185.1	812.5
1966	156.8	121.2	151.6	38.1	0	0	0	0.5	10.7	37.6	72.4	112.3	701.2
1967	17.8	81.1	190.6	0.5	38.2	7.8	38.4	40.3	78.8	0	10.2	174.9	678.6
1968	145.3	302.8	69.9	69	29.8	2.5	20.1	14.2	44.4	0	157.3	99	954.3
1969	178.2	143.6	80.4	45.4	3.5	2	27.6	10.5	16.9	13.7	105.2	57.5	684.5

1970	156.2	154.7	167.6	68.5	48.4	0.8	0.2	1	52	56	24.4	192.4	922.2
1971	223.7	263.9	66.8	34.7	5.2	1.2	0	23	2.6	49.8	68.3	97.3	836.5
1972	215	112.4	109	46.1	3.3	0	2	8.7	43.6	54.4	66.6	179.4	840.5
1973	263.8	127.5	116.6	88.7	23.9	1.8	11.5	38.7	98.6	60.4	26.5	88.8	946.8
1974	328.4	179.8	81.9	48.6	1.9	10	0	26.5	12.7	57.7	32.8	146	926.3
1975	207.7	221	166.9	48.3	55	8.9	0	0.5	47.7	73.3	45.3	163.8	1038.4
1976	200.9	95.8	129.8	23.4	71.3	10.7	13.3	9.3	118.7	19	8.9	121.5	822.6
1977	94.1	167.6	134.4	3.2	31.4	0.3	3.4	0.2	54.4	47.2	125.2	190	851.4
1978	240.8	152.7	141.8	67	3.2	11.2	1.5	2.1	28.8	39.5	161.8	190.7	1041.1
1979	318.1	96.4	118.2	113.2	7.6	0	12.1	12.8	17.2	122.5	39.7	243.8	1101.6
1980	146.7	74.4	160.8	61.1	3.5	3.7	25.2	30.2	86.9	91	12.4	49.3	745.2
1981	335	162.3	103.7	78.4	9.8	1	0	41.1	52.8	121.3	50.7	118.5	1074.6
1982	299	61.2	107.4	67.6	3	0.3	1.6	8.5	105.8	74.7	95.8	46.4	871.3
1983	90.2	118.8	55.5	87.6	37	5.9	0	2	72.9	60.1	23.3	60.1	613.4
1984	376.6	299.7	142.7	26.5	31.8	32.1	1.2	43.1	2.8	46.8	134.3	136.6	1274.2
1985	212.7	140.6	181.4	135.9	34.6	40.3	0.2	1	115.5	42.3	254.4	224.5	1383.4
1986	201.8	207.2	116.5	95.8	44.6	0	27.4	41.3	91.8	18.1	76.5	183.4	1104.4
1987	252.1	55.6	109.3	35.2	13.1	7.1	46.2	18.8	10	51.4	94.9	84.1	777.8
1988	214.6	158	263.1	94.2	57.2	0	0	0	3.8	40.1	14.1	94.8	939.9
1989	92.6	84.1	79.6	96.7	24.8	13.5	3	39	11.7	16	51.9	43.6	556.5
1990	166.6	74.5	58.8	63.8	9	72.5	0	22.7	25.7	110.1	125.9	102.3	831.9
1991	117.5	182.1	184.5	39.4	31.7	51.5	0	7.6	32	15.8	63	124.6	849.7
1992	156.6	100.7	39.7	21.7	0	25.2	1.5	101.6	4.6	84	38.8	145.7	720.1
1993	310.3	49.1	65	83.6	17.7	18.7	1.4	10.4	30.6	53.3	106.4	124.2	870.7
1994	192.5	102.5	124.4	116.1	21.7	2.8	0	2	7.4	38.3	74	157.3	839
1995	133.7	142.7	110.9	7.3	10	0	0	1.7	38.2	28.6	76.5	148.9	698.5
1996	266.5	88.1	78.1	40.5	5.1	0	7.6	4.3	23.3	18.1	86.2	169.2	787
1997	262	159.4	185.3	85	9	0	0.2	24.9	78.3	40.3	145.7	108.8	1098.9
1998	110.1	92.7	144.6	38.4	0	11.3	0	2.3	3.8	39.7	85	20.2	548.1
1999	104.8	63.3	255.4	62.3	4.7	0.5	0.4	0.8	47.8	108.2	50.1	32.9	731.2
2000	143.4	94.3	110.6	19	9.7	10.6	0	39.2	9.5	114.5	24.8	122.7	698.3
2001	424.1	184.9	181.9	40.6	26.5	5.1	20.3	14.5	8	75.9	41.2	136	1159
2002	112.9	260.3	214	43.8	18.1	4.4	32.2	13.8	64.6	117.5	136.7	124	1142.3
2003	300	155	0	52.3	21	10.6	10.1	14.3	47.3	54.7	12.3	219.1	896.7
2004	244.2	114.3	61.1	28.2	4.8	17.2	10	30.5	18.3	21.3	69.5	52.1	671.5
2005	144	231.3	33.8	49.9	0.5	0	0	9	30.6	94.7	97.2	131.2	822.2
2006	238.4	93.6	69.2	21.8	2.4	0	0	1.4	55	16.9	63.8	148.9	711.4
2007	140.3	96.4	0	118.9	7.1	0	5.8	0	75	38.2	100.7	89.8	672.2
2008	219.3	135.6	118	7	20.2	0	0	0	5.3	85	10.5	209.5	810.4
2009	85.2	87.8	47.8	15.5	2.2	0	5.8	0	12.5	48	124.4	158.6	587.8
2010	218.6	182.7	78.4	31.8	35.2	0.9	0	4.7	1.9	42.5	0.5	240.4	837.6
2011	56.7	140.6	107.8	8.6	9.9	0	5.6	2.3	48.6	45.9	55.6	186.6	668.2
2012	186.8	282.5	145	134.9	0.3	2.2	0	3.3	13.2	64.2	43.6	253	1129
2013	173.4	184	67.2	11	25.3	16.3	8.3	11.8	0	113.8	36.6	186.3	834
2014	116.6	95.3	60.6	38.1	24								334.6
Total	10797.1	7740.6	6217.4	3042.4	1035.8	413.4	352.2	780.9	2170.2	2779.4	3627.9	7454.9	46412.2
Precipitación Media Anual													859.49

Nota. Senamhi Puno

▪ Estación Cojata:

Este : 461175.25

Norte : 8340337.49

Altura : 4347

Tabla 29

Datos de precipitaciones Históricos - Estación Cojata

DATOS HISTORICOS													
PRECIPITACIONES ESTACION COJATA													
año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
1956					0	4.5	13.9	0	30.6	32.4	42.6	86	210
1957	123.7	139.2	43	75.2	0	20.4	0	0.9	8.1	71.8	57.1	123.9	663.3
1958	97	94.5	84.4	73.8	52	0	18.9	20.4	13.8	77.3	59.8	57.9	649.8
1959	93.2	83.9	104.7	105.3	43	23.5	1	11.5	25.8	56.9	55.8	105.4	710
1960	153.1	90	67.2	63.1	34.1	3.1	5.6	31.1	67.7	52.1	126.3	59	752.4
1961	143.3	114.2	130.2	74.6	63.4	1.3	0	11.1	56.8	46.1	124.7	144.5	910.2
1962	147.7	88.1	171.3	52.8	27.1	5.1	15.3	0	130.5	85.8	39	203.1	965.8
1963	155.2	109.2	137.8	152.4	18.8	4.8	4.5	31.9	103.6	119.5	103.6	202.3	1143.6
1964	92.3	356.1	235.3	41.4	31	0.4	7.5	4	37	69.1	64.7	47.7	986.5
1965	226.1	186.1	249.7	65.7	37.5	9	0	7.4	88.4	47.9	41.3	174.9	1134
1966	100.8	155.2	50.7	14	42.5	0	0	0	22.3	28.2	29.4	109.5	552.6
1967	34.8	65.7	125.4	20.7	24.9	11.1	25.2	37.1	40	44.2	30	133.7	592.8
1968	77.8	107.2	0	31.9	7.4	0	26.4	8	32.9	30.9	91.9	54.7	469.1
1969	117.6	74.8	40.8	35.9	1.6	2.5	22.3	3.4	28.9	35.1	48.7	60.2	471.8
1970	101	94	106.61	75.21	5	0	2.6	3.7	52.9	32	25.3	147.4	645.72
1971	161.41	115.4	62.1	7.5	5	1.5	0	6.2	8.6	71.8	72.9	75.6	588.01
1972	183.7	87.8	82.8	55.7	0	0	3.7	18.62	16.71	54.5	80.7	80.7	664.93
1973	162.9	90.3	120.4	72.9	16.3	4.2	1.2	1.1	83.91	58.5	54.91	97.6	764.22
1974	168	146.1	64.4	48.5	4.4	6	0	35.3	13	63.9	35.5	103.2	688.3
1975	115.1	132.3	131.7	12	22.5	6.8	0	2	38.2	49.8	60	123.3	693.7
1976	163.1	86.2	107.1	45.1	21.5	27	9.5	28.5	84.9	12.9	13.3	69.9	669
1977	90.7	178.3	114.3	62.6	31.6	16.6	0	0	27.5	51.7	85.1	121.9	780.3
1978	175.3	156.7	83.3	68.3	0	16.7	0	0	26	0	147	236.6	909.9
1979	192.9	90.8	106.4	72.5	0	0	0	3.5	0	18.9	70.3	76.8	632.1
1980	211.1	86.1	135.7	16.3	15.7	1.4	12.3	16.3	52.7	102.4	40	66.5	756.5
1981	198.5	181.9	62.4	97.3	4.3	4.2	0	22.5	69	98.9	36.1	138.7	913.8
1982	197.2	46	145.5	72.7	8.3	0	0	13.5	68.5	72.1	139.3	72	835.1
1983	97.5	123.2	87	89.7	12.3	0	0	7	29.5	60	14.7	55.3	576.2
1984	294.9	227	62.8	57.2	0	16	13.7	47.5	10.8	51.3	121.7	127.81	1030.71
1985	187.7	148.9	127.6	131.7	23.5	21	0	6.6	91.1	53.7	151.3	174.7	1117.8
1986	144.2	161.1	147.8	104	18.7	0	7.3	26.2	80.5	32.8	64.5	123.1	910.2
1987	183.9	53.3	73.9	90.9	20.2	2.6	19	11.2	8.6	66.3	84.6	0	614.5
1988	186.4	106.8	119.8	64.4	38.5	0	0	0	0	63.3	0	82.8	662

1989	92.8	63.5	100.8	49.7	5.9	7.1	3.1	34.9	2.3	17.2	48.6	72.6	498.5
1990	130.4	40.6	66.7	52.2	5.5	63.2	0	13.1	16.9	74.3	95.5	73.6	632
1991	120.2	96.8	108.1	36.6	19.6	40.3	0	0	18.5	31.3	53.5	76.8	601.7
1992	171.7	78.5	60.5	7	0	15.1	0	64.6	27.6	29.1	73.1	165.3	692.5
1993	172.8	64.2	64.3	71.4	20.5	6.5	5.9	22	27.2	75.6	66.7	113.6	710.7
1994	111.3	169.9	132.8	123	31.8	7.9	0	0	56.1	67.1	114.9	122.3	937.1
1995	153.1	96	142.7	33.5	8.5	0	6.9	0	20.7	34	53.3	97.9	646.6
1996	127.2	87	111.2	70.6	32.5	0	5.3	27.7	29.8	52.2	88.3	130.5	762.3
1997	160.7	163.4	0	0	11.5	0	7.9	0	41	57.1	79.5	55.9	577
1998	82.6	184.5	119.1	81.2	0	12	0	8.1	5	70.9	111	41.4	715.8
1999	125.7	122.7	160.8	47.6	13.2	4.9	3.4	0	60.7	63.7	44.1	88.9	735.7
2000	144.7	115.9	64.8	26.5	10.7	19.6	5.4	40.3	28.5	115.6	22.9	124.7	719.6
2001	164.6	58.5	232.7	29.8	37.6	6.8	19.2	32.7	42.2	82.1	102.6	74	882.8
2002	83.2	189.5	130.3	57.6	26.2	0.8	37.9	19.9	43.5	111.9	87.4	92.5	880.7
2003	173.5	135.6	130.4	55.1	13.6	6.8	0	29.5	17.1	43.9	84.6	119.3	809.4
2004	240.4	54.9	35.8	55.2	19	19.1	6.4	22.3	47.2	29.1	73	35	637.4
2005	148.1	131.3	81.8	30.3	0.8	0	2.4	1.8	18.2	107.5	83.3	64.3	669.8
2006	231.4	38.5	80.8	47.7	3.8	0	0	7.2	19.8	43.6	59.7	84.7	617.2
2007	144.1	53.3	142.5	76.9	37.1	0	0	2.9	66.6	30.1	99.1	112	764.6
2008	130.1	42.9	79.2	20	3.5	8.5	0	3.5	16.3	79.7	26.7	117.1	527.5
2009	99.4	61.5	55.9	12.1	2.6	0	5.2	0	12	51.2	66.3	141.2	507.4
2010	135.7	152.8	74.7	12.5	14.9	1.52	2.7	2.2	0.8	35.51	6.21	0	439.54
2011	57.9	136.1	116.5	35.8	9.3	0.5	7.9	9.7	61.7	102.42	48.4	114.8	701.02
2012	104.5	150.4	101.6	78	1.2	2.1	13.3	5.8	35.2	59.6	37.5	158.42	747.62
2013	157.3	124.3	102.3	16.5	26.8	5.4	8.4	16.2	35.31	89.04	40.2	102.5	724.25
2014	117.8	82.1	81.7	64.3	3.7								349.6

Total	8359.31	6671.1	5960.11	3242.41	990.9	437.82	351.2	780.92	2199.03	3365.87	3878.52	5916.03	42153.22
--------------	----------------	---------------	----------------	----------------	--------------	---------------	--------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------

Precipitación Media Anual

721.84

Nota. Senamhi Puno

- Estación Ananea:

Este : 442520.08

Norte : 8377404.53

Altura : 4660

Tabla 30

Datos de precipitaciones Históricas - Estación Ananea

DATOS HISTORICOS													
PRECIPITACIONES ESTACION ANANEA													
año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
1963									31.2	36.2	10.7	93.2	171.3
1964	18.23	116.1	8.52	4.4	7.2	7.3	0	0	34.2	46.8	58.4	70.9	372.05
1965	147.2	71.9	86.5	37.6	0	0	3.2	13	35.9	20.6	52.2	64.7	532.8

1966	50.3	140.4	33.8	7.7	35.5	0	0	0	23.7	65.6	77.5	101.6	536.1
1967	40.1	76.2	66	7.7	20.8	0	26.5	24	32	48.2	54.9	151.7	548.1
1968	183.9	175.9	89.7	11.2	2	0	22.2	36	3.7	4.7	5	7.7	542
1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76.52	19.31	127.13	222.96
1971	105.32	244.11	31.71	35.4	4.6	6	0	7.4	9.8	59.1	37.3	96.3	637.04
1972	112.3	100.6	85.5	31.7	7	1.5	6.7	43.8	30.1	43.6	56.2	109.4	628.4
1973	75	109.6	90.5	67.6	13.1	0.5	4.7	12.4	52.6	38.5	42.2	66.3	573
1974	111.1	110.8	78	48.3	9.9	11	21.3	33.8	24.7	28.6	28.4	110	615.9
1975	88.5	126	103.2	56.2	22.2	18.6	0	26.3	23.6	79.5	31.4	97.2	672.7
1976	122.8	98.8	90.3	28.2	52.6	13.4	16.1	6.7	59.2	6.5	19.9	80.6	595.1
1977	106.4	86.1	109.3	37.3	23.6	4.9	4.8	0	33.5	30.6	99.7	60.8	597
1978	87.3	87.6	113.5	53.5	9.1	6.3	0	0	51.8	19.5	98.6	145	672.2
1979	174.8	71.5	89.5	77.2	11.2	0	0	14.5	24.8	53.1	52.6	123.3	692.5
1980	129.6	94.5	100.5	21.5	26.5	0	1.7	10.4	36.7	60.8	42.6	81.7	606.5
1981	186.5	115.5	182	25.41	10.1	4.1	0	26	46.5	73.1	78.4	121.6	869.21
1982	190.3	75.9	114.9	92.7	2.8	5.5	0	15	40.2	55.6	82.9	83.6	759.4
1983	82.1	111.5	49	68.1	16.9	26.4	0	0	14.8	22.3	19.5	76.7	487.3
1984	158.4	161.3	138.8	29	0	0	10.8	43.1	7	59.8	123.7	121.1	853
1985	145.8	113.8	109	97.7	12.1	40.8	6.3	5.9	46.9	61.1	116.6	118	874
1986	131.7	128.6	152.2	67.1	18	0	5.1	16.2	62.8	40.1	59.3	127.5	808.6
1987	157.6	50.5	101.6	41.9	13.1	8.9	35.8	4.8	14.7	48.1	119.6	125.9	722.5
1988	112.8	93.9	115.4	76.8	24.2	0	0	0	5.6	22.9	30.4	81.8	563.8
1989	105.3	59.1	136	26.2	31.4	0	0	41.5	29.1	48.4	48	95.1	620.1
1990	167.4	82.5	22.9	46.7	8.3	49.7	3.2	24.5	8.1	76.3	70.7	119.5	679.8
1991	99.8	67.1	78.4	60.2	26	31.4	0	0	26.6	35.4	51.1	52.5	528.5
1992	74.8	90.1	83.6	42.9	0	14.1	0	30	8.3	34.9	69.8	83.8	532.3
1993	127	83.7	100.3	61.4	26.5	1.5	8.6	31.8	7.7	41.8	71.1	101.1	662.5
1994	150.2	188.4	114.4	76.5	0	3.9	0	0	7.3	23.7	39.2	0	603.6
1995	80.54	84.68	128.5	52	9.2	0	5.2	0	8.4	14.4	40.6	78.5	502.02
1996	132.2	98.6	56.2	28.6	19	0	0.5	31.4	17	27.9	62.5	23.3	497.2
1997	144.7	100	102.3	37.9	9.1	0	1.4	14.4	18.1	23.4	48.6	110.3	610.2
1998	76.4	102.1	76.6	35	0.5	6.2	0	0.5	8.91	0	0	49.2	355.41
1999	136.9	103.9	103.6	46.7	12.62	1.4	2.91	1.5	40.7	41.72	54.73	67.5	614.18
2000	93.28	97.81	95.43	23.73	7.12	18.12	4.13	12.7	20.4	75.03	26.1	112.51	586.36
2001	132.9	46.2	86.4	49.91	62.6	0.53	13.21	13.61	11.92	50.21	63.7	59.82	591.01
2002	65.9	125.7	107.9	42.3	10.1	0.52	27.2	19.7	39.57	48.85	115.3	74.4	677.44
2003	184.83	71.41	114.02	52.3	2.96	9.4	0.02	19.42	13.14	79.33	43.11	85.43	675.37
2004	236.3	126.8	79.42	39.82	11.7	21.4	6	11.4	31.2	45.8	60.2	83.81	753.85
2005	79.6	152.91	56	17.71	1.12	0.2	0	14.01	7.91	51.9	63.01	148.11	592.48
2006	165	83.1	61.3	62.6	2.8	5.4	0	20.81	29.2	71.3	69.2	98.1	668.81
2007	113.6	79.2	96.9	33.6	16.3	0	9.8	0.01	14.7	39.7	61	89.6	554.41
2008	168.2	62.7	60.31	40.61	24.7	2.8	1.8	7.7	7.11	48.3	56	133.7	613.93
2009	135.1	79.9	63.71	52.6	17.6	0	0	0	16.6	26.8	125.3	98.5	616.11
2010	115.4	95	103.2	22.6	14.4	0	6	0.01	2.41	38.4	40.4	90.9	528.72
2011	98.1	109.6	142.3	28.5	0	10.1	1.7	4.8	67.9	59.2	14.4	101.1	637.7
2012	76.3	106.81	84.5	86.1	4.8	9	6.81	0.2	18.72	24	69.6	167.7	654.54
2013	170.11	68.6	69.6	12	4.7	3.8	7.1	16.5	11.2	77.9	71.9	77.4	590.81

2014	144.3	0	114.6	37.4	16.3	2.4								315
Total	5992.21	4927.03	4477.82	2140.09	682.32	347.07	270.78	655.77	1218.19	2206.06	2852.86	4645.61	30415.81	
Precipitación Media Anual														584.92

Nota. Senamhi Puno

De donde se tiene el resumen general para la obtención de datos el polígono de Thiessen y las isoyeta y caudal máximo de diseño

Tabla 31

Resumen de precipitaciones Históricos

ID	NOMBRE	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTURA (Z)	PP ANUAL (mm)
1	EST. HUANCANE	418553.3	8318652	3842	650.22
2	EST. PUTINA	405818.6	8350226	3861	658.21
3	EST. MUÑANI	397559.6	8367232	3932	636.48
4	EST. MOHO	448040.3	8298690	3836	859.49
5	EST. COJATA	461175.3	8340337	4347	721.84
6	EST. ANANEA	442520.1	8377405	4660	584.92

Fuente. Elaboración Propia

PROCESAMIENTO DE DATOS

Realizamos el procesamiento de los datos obtenidos de Senamhi, donde resaltamos las precipitaciones máximas obtenidas en 24 horas medidas en milímetros, de cada año; Posteriormente calculamos el promedio y desviación de la precipitación de cada una de las estaciones:

De donde obtenemos resúmenes mensuales durante el periodo 1965-2012, (seleccionando periodos donde no falten datos) precipitaciones máximas, calculamos la desviación estándar y Precipitación Máxima Probable (PMP) de las precipitaciones máximas, En donde mostraremos los cálculos realizados en las tablas adjuntas al final de la tesis

CÁLCULO DE INTENSIDADES DE PRECIPITACION MEDIA PROBABLE

Método de polígono de Thiessen

Aplicaremos a zonas con una distribución irregular de estaciones y donde los accidentes topográficos no jueguen un papel importante en la distribución de las lluvias. El método de Thiessen trata de tener en cuenta la no uniformidad en la

distribución de los pluviómetros mediante un factor de ponderación para cada uno de ellos. La precipitación media se determina como sigue:

Se dibuja la zona en estudio con la ubicación exacta de las estaciones que contiene las circunvecinas.

Se trazan las mediatrices (líneas perpendiculares bisectrices a las líneas de unión) de todos los lados, con lo que se formarán unos polígonos alrededor de cada estación se mide el área del otro método, y se expresa como un porcentaje del área total y su relación con el área total produce un coeficiente de ponderación para cada estación

Para el trazo de las mediatrices, existe una regla: “Tienen prioridad las mediatrices de las líneas de unión más cortas”, por lo tanto, las mediatrices de las líneas de unión más largas se consideran a veces. La lluvia media resulta de la sumatoria de los productos de las lluvias registradas en cada estación por el coeficiente de ponderación correspondiente, o como un promedio aritmético ponderado de acuerdo a las Áreas (A_i) de cada polígono, dando se por las siguientes formulas:

$$P_m = \frac{(P_1 - P_2) + (P_2 - P_2) + (P_3 - P_3) + \dots + (P_n - P_n)}{A_T}$$

Simplificando:

$$pm = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i \times A_i}{A_t}$$

Donde:

P_m = Precipitación media

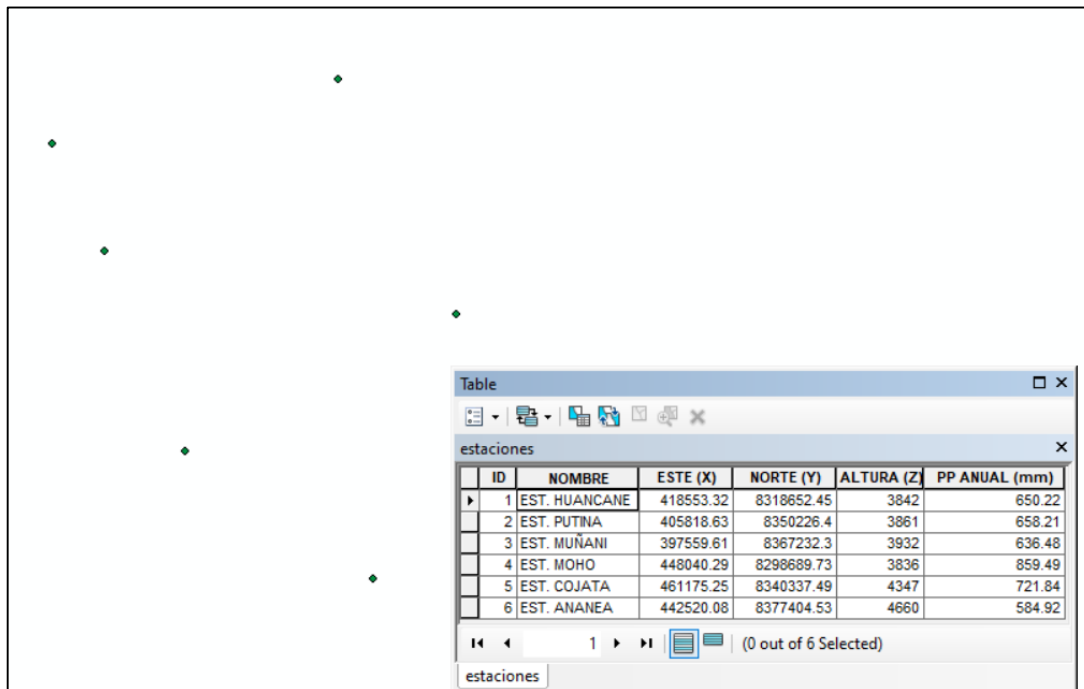
P_i = Precipitación de cada estación contenida en un polígono

A_i = Áreas parciales de cada polígono

A₁ = Área total de la cuenca

- Introduciendo la tabla de precipitaciones calculada del resumen general al programa de ArcGIS.

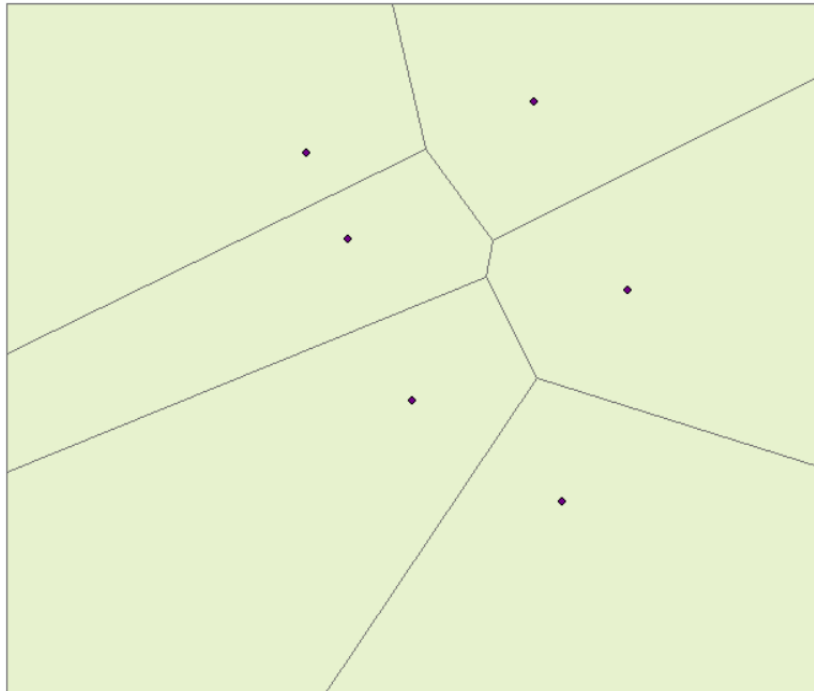
Figura 34
Estaciones pluviométricas en ArcGIS



Nota. Elaboración propia

- Trazando las proyecciones de las mediatrices con el programa.

Figura 35
Proyecciones de Mediatrices

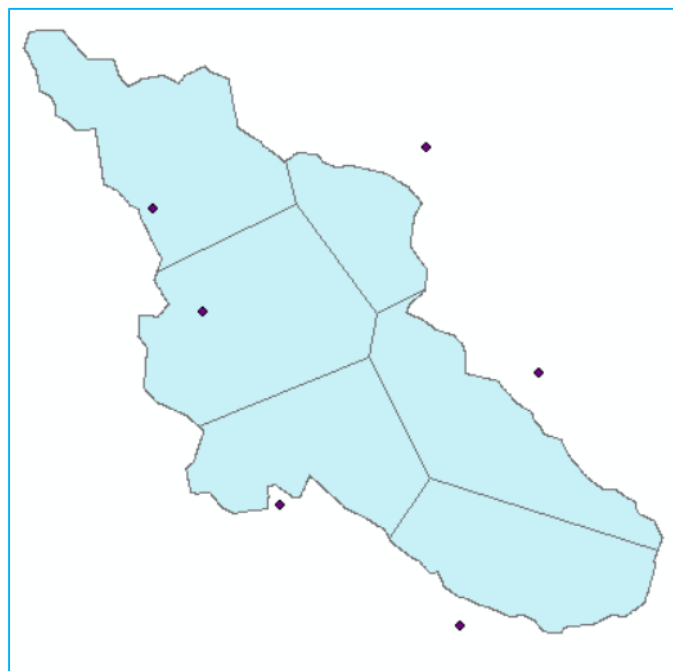


Nota. Elaboración propia

- Delimitando la cuenca en las proyecciones realizadas.

Figura 36

Delimitación de la cuenca con sus proyecciones



- Realizando el cálculo de las precipitaciones promedio por la formula indicada, con el programa ArcGIS.

Tabla 32

Polígono de Thiessen

FID	ID	NOMBRE	ESTE__X__	NORTE__Y__	ALTURA_Z__	PP_ANUAL (mm)	AREA (km2)	Área*PP
3	4	EST. MOHO	448040.3	8298690	3836	859.49	648.0524	556994.5
5	6	EST. ANANEA	442520.1	8377405	4660	584.92	353.3667	206691.3
2	3	EST. MUÑANI	397559.6	8367232	3932	636.48	825.9342	525690.6
0	1	EST. HUANCANE	418553.3	8318652	3842	650.22	665.3856	432647
1	2	EST. PUTINA	405818.6	8350226	3861	658.21	908.1419	597748.1
4	5	EST. COJATA	461175.3	8340337	4347	721.84	699.1613	504682.6
PRECIPITACION TOTAL							4100.042	2824454
PRECIPITACION PROMEDIO								688.8842

Método de Hershfield

Se calculó estadísticamente a partir de los registros de lluvia y precipitaciones de los pluviómetros

$$PMP = X_n + X_m + S_n$$

Donde:

PMP = Precipitación máxima probable diaria

X_n y *S_n* = Media y desviación estándar (respectivamente)
de la serie de datos anual de precipitación diaria

K_m = Factor de frecuencia; de la lluvia media

Del resumen de precipitaciones máximas mensuales de las estaciones mencionadas, del periodo 1965-2012, se calcula el promedio de los máximos registros, la desviación estándar y la Precipitación Máxima Probable, teniendo como resultado los siguientes

Tabla 33

Resúmenes mensuales precipitaciones máximas mensuales (mm) periodo 1965-2012

RESUMENES MENSUALES PRECIPITACIONES MAXIMAS MENSUALES (mm) periodo 1965-2012												
MES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.

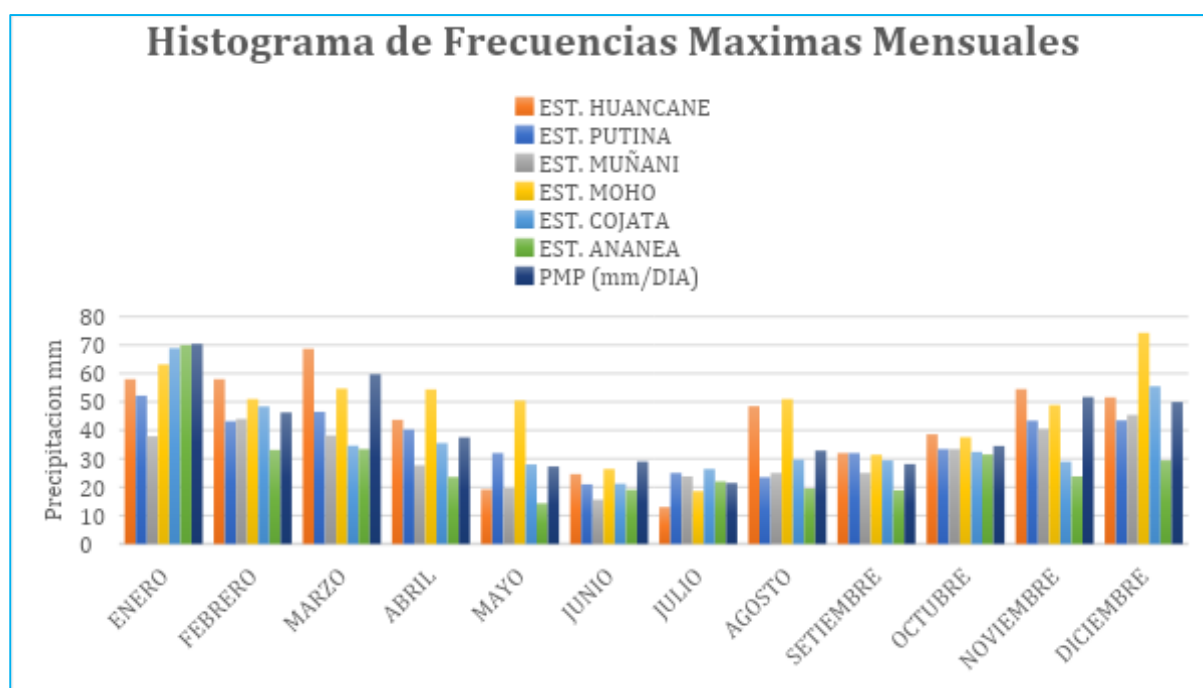
EST. HUANCANE	58	58	68.7	43.7	19.2	24.6	13	48.5	32	38.6	54.5	51.6
EST. PUTINA	52.2	43.2	46.5	40.3	32	21	25	23.5	32	33.4	43.4	43.5
EST. MUÑANI	37.9	44	38.2	27.7	19.6	15.6	23.8	25	25	33.4	40.5	45.4
EST. MOHO	63.2	51	54.7	54.4	50.5	26.4	18.6	51	31.4	37.6	48.9	74.3
EST. COJATA	68.9	48.4	34.6	35.5	28	21.2	26.4	29.7	29.4	32.4	29	55.5
EST. ANANEA	70	33.1	33.4	23.6	14.3	19.1	22	19.5	18.9	31.5	23.8	29.4
PROMEDIO	58.4	46.3	46.0	37.5	27.3	21.3	21.5	32.9	28.1	34.5	40.0	50.0
DESV. ESTANDAR	12.1	8.4	13.7	11.2	13.1	3.9	4.9	13.5	5.2	2.9	11.7	14.9
KM	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
PMP (mm/DIA)	70.4	46.3	59.7	37.5	27.3	29.0	21.5	32.9	28.1	34.5	51.7	50.0

Nota. Elaboración propia.

Representando estos resultados en un histograma de frecuencias máximas

Figura 37

Histograma de frecuencias máximas



Nota. Elaboración propia

INTENSIDAD DE PRECIPITACION.

En vista de que no se tiene precipitación horaria, se asume que estos valores ocurrieron en 24 horas, por lo tanto, se descompone la precipitación para poder evaluar lluvias de corta duración.

DISTRIBUCION DE GUMBEL (Teoría de Valores Extremos).

Se calculó estadísticamente a partir de los registros de lluvia y precipitaciones máximas de los pluviómetros, mediante la teoría de los valores extremos.

Teoría de valores extremos. Se realizó el cálculo la probabilidad de eventos, mediante valores extremos de una distribución de probabilidad, de la muestra, en este caso las precipitaciones máximas de los datos históricos de los pluviómetros.

Donde calculamos:

- La función de distribución acumulada de Gumbel es: T

$$F(x; \mu; \beta) = e^{-e^{-(x-\mu)/\beta}}$$

- La mediana es $\mu + \beta \ln \left(-\ln \ln \left(\frac{1}{2} \right) \right)$

- La mediana es $\mu + \gamma\beta$ donde γ = Constante de Euler – Mascheroni = 0.577215664901

- La desviación estándar es:

$$\beta\pi/\sqrt{6}$$

- La moda es μ

De los datos obtenidos anteriormente seleccionamos las precipitaciones máximas anuales los cuales tenemos a continuación:

Tabla 34

Resumen de Precipitaciones máximas anuales

RESUMEN FINAL PRECIPITACION MAXIMA							
AÑO	EST. HUANCANE	EST. PUTINA	EST. MUÑANI	EST. MOHO	EST. COJATA	EST. ANANEA	prom. Max

1965	38	28	32	58.3	29.4	15	33.45
1966	49	36.7	44	56.2	38	20	40.65
1967	25.2	33	45.4	46	27.9	29.4	34.48
1968	35.4	35	27.3	40	26.4	70	39.02
1969	31.2	43	26.2	41.2	22.3	0	27.32
1970	47.5	38.1	35.2	31.3	35.5	14.7	33.72
1971	44	43.8	31	42.5	37.3	16.1	35.78
1972	35	30	17.2	45	48.4	16.2	31.97
1973	39.5	43.4	24.2	43.6	22	22.6	32.55
1974	39	30.9	23.2	55.4	25	14	31.25
1975	36	16.7	18.8	31.7	34.6	15.4	25.53
1976	21	28.4	16.7	50.5	23	14.6	25.70
1977	34.1	43.2	30.4	33.1	37	18.3	32.68
1978	45.2	32.7	41.8	55.4	33.4	15.6	37.35
1979	36.8	35.7	29.7	54.7	24.8	16.1	32.97
1980	32.4	26.6	25.8	31.6	29.6	16.5	27.08
1981	42.2	52.2	31.1	42.6	35	14.6	36.28
1982	38.2	38.3	27.5	39	33.1	24.5	33.43
1983	21.2	32	17.6	26.6	34	12.2	23.93
1984	46.6	33.4	40.4	62	33.6	26.7	40.45
1985	42.2	36.3	23.6	51.6	68.9	19.1	40.28
1986	39.4	30.2	27.6	37.8	31	19.3	30.88
1987	58	33.2	25.7	38	35.1	14	34.00
1988	52.4	25.8	27.7	63.2	38.6	11.6	36.55
1989	35.2	21.2	26.6	31.4	24.8	16	25.87
1990	23.8	26.7	31	26.4	25	15.2	24.68
1991	58	33	28.3	45.2	26.7	17.3	34.75
1992	48.5	26	31	51	55.5	13.5	37.58
1993	34.2	36.4	20.8	45.3	23.7	12.1	28.75
1994	68.7	28	24.5	41.5	34	18.6	35.88
1995	35	32	31	33.4	27.5	18.2	29.52
1996	51.6	46.1	24.2	38.7	20.2	22.4	33.87
1997	38.6	46.5	38.2	48.7	26	16.2	35.70
1998	54.5	44.5	21.8	34.5	22.1	17.9	32.55
1999	45	31.6	30.2	50.5	32.5	19.2	34.83
2000	28.4	37.7	20.7	39.5	21.6	25.2	28.85
2001	29.7	36.5	32.7	62	28.1	23.6	35.43
2002	32	29	20.4	43.8	34.4	23.8	30.57
2003	39.2	43.5	29.6	74.3	61.1	36.9	47.43
2004	35.9	37.9	32.2	52.4	30.6	31	36.67
2005	26.4	26.2	30.1	35.8	19.2	21.4	26.52
2006	31.6	29.8	29.2	34.8	40.9	31.5	32.97
2007	34.6	20.4	22.2	28.5	29.6	33.1	28.07
2008	43.9	30.8	33.4	42	22.6	22.4	32.52
2009	25.3	24.9	20	38.6	25	23	26.13
2010	20.6	33.4	25	48.1	20.8	33.4	30.22

2011	32.2	30.5	35.8	29.5	32.4	31.8	32.03
2012	27.4	29.9	37.9	51.6	24	22.1	32.15

Nota. Elaboración Propia

De donde obtenemos:

- Precipitación máxima : 47.43
- Precipitación promedio : 32.73
- Desviación Estándar : 4.81469371

Seguidamente se calculó β y μ mediante la siguiente expresión:

$$\beta = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s =$$

$$\mu = \bar{x} - 0.5772 * \beta =$$

De donde:

$$\beta = 3.75400128$$

$$\mu = 30.5592321$$

Para este estudio de investigación se asume que el período de retorno es de 2, 10, 50, 100, 200 y 500 años, y el Departamento de Transporte dice que el proyecto es de 50 años. Para EL cálculo de distribución de Gumbel se utilizara las siguientes expresiones.

$$Y_t = \ln \ln \left(\frac{T}{T-1} \right)$$

$$\underline{X} = u + Y_t \cdot \beta$$

$$F_{(x,u,\beta)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\beta}\right)}}$$

$$x_{t(\text{corregido})} = 1.13 + x_t$$

Tabla 35

Distribución de Gumbel

DISTRIBUCION DE GUMBEL				
periodo de retorno	Yt	Xt	F(x)	Xt Corregido
2	0.366513	31.94	0.500	36.09
10	2.250367	39.01	0.900	44.08

50	3.901939	45.21	0.980	51.08
100	4.600149	47.83	0.990	54.05
200	5.295812	50.44	0.995	57.00
500	6.213607	53.89	0.998	60.89

Nota. Elaboración propia

Calcularemos la Precipitación Máxima Probable para diferentes periodos de retorno durante un día, los tiempos de duración para diferentes horas menores a 24 horas, asumiremos factores de conversión descritas por D.F. Campos A. 1978.

Tabla 36

Tabla de conversiones menores a 24 horas P.M.P.

Duración	Factor de reducción	Para diferentes tiempos de duración sg. Periodo de retorno P.M.P. (mm/24horas)					
		2	10	50	100	200	500
24	1	36.09	44.08	51.08	54.05	57.00	60.89
18	0.91	32.83889	40.11102	46.48648	49.18174	51.86716	55.41007
12	0.8	28.86935	35.26243	40.86723	43.23669	45.5975	48.71215
8	0.68	24.53895	29.97307	34.73715	36.75119	38.75788	41.40533
6	0.61	22.01288	26.8876	31.16126	32.96798	34.7681	37.14301
5	0.57	20.56941	25.12448	29.1179	30.80614	32.48822	34.70741
4	0.52	18.76508	22.92058	26.5637	28.10385	29.63838	31.6629
3	0.46	16.59988	20.2759	23.49866	24.8611	26.21857	28.00949
2	0.39	14.07381	17.19044	19.92278	21.07789	22.22878	23.74717
1	0.3	10.82601	13.22341	15.32521	16.21376	17.09906	18.26706

Nota: Elaboración propia

Calculamos las intensidades para los diferentes periodos de retorno que tenemos.

$$I = \frac{P(min)}{t_{duracion}(hr)}$$

Tabla 37

Tabla de Intensidades para periodos de retorno diferentes

Tiempo de duración		intensidad de la lluvia mm/hr según periodo de retorno					
Hr	Min	2 años	10 años	50 años	100 años	200 años	500 años
24	1440	1.503612	1.836585	2.128502	2.251911	2.37487	2.537091
18	1080	1.824383	2.22839	2.582582	2.732319	2.881509	3.078337
12	720	2.405779	2.938536	3.405603	3.603058	3.799792	4.059346
8	480	3.067368	3.746633	4.342143	4.593898	4.844735	5.175666
6	360	3.668813	4.481267	5.193544	5.494663	5.794683	6.190502
5	300	4.113882	5.024896	5.823581	6.161228	6.497644	6.941481
4	240	4.691269	5.730145	6.640925	7.025962	7.409595	7.915724
3	180	5.533292	6.758633	7.832886	8.287032	8.739522	9.336495
2	120	7.036904	8.595218	9.961388	10.53894	11.11439	11.87359
1	60	10.82601	13.22341	15.32521	16.21376	17.09906	18.26706

Nota. Elaboración propia

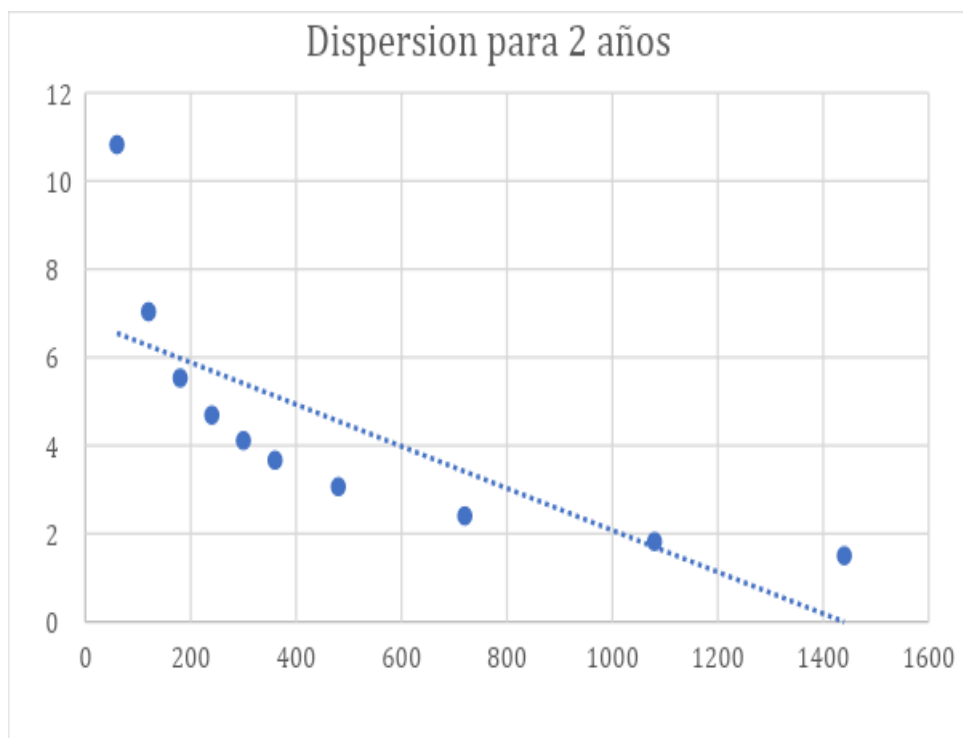
Procederemos a realizar dispersiones exponenciales, del tiempo en minutos con la intensidad, con el método denominado mínimos cuadrados (método de la ecuación potencial), para diferentes periodos de retorno.

Método de mínimos cuadrados

$$\begin{aligned}
 Y &= \alpha \cdot X^2 \\
 \sum \log Y &= \log \alpha \cdot N + \beta \cdot \sum \log X \sum \log X \cdot \log Y \\
 &= \log \alpha \cdot \sum \log X + \beta \cdot \sum (\log X)^2
 \end{aligned}$$

Figura 38

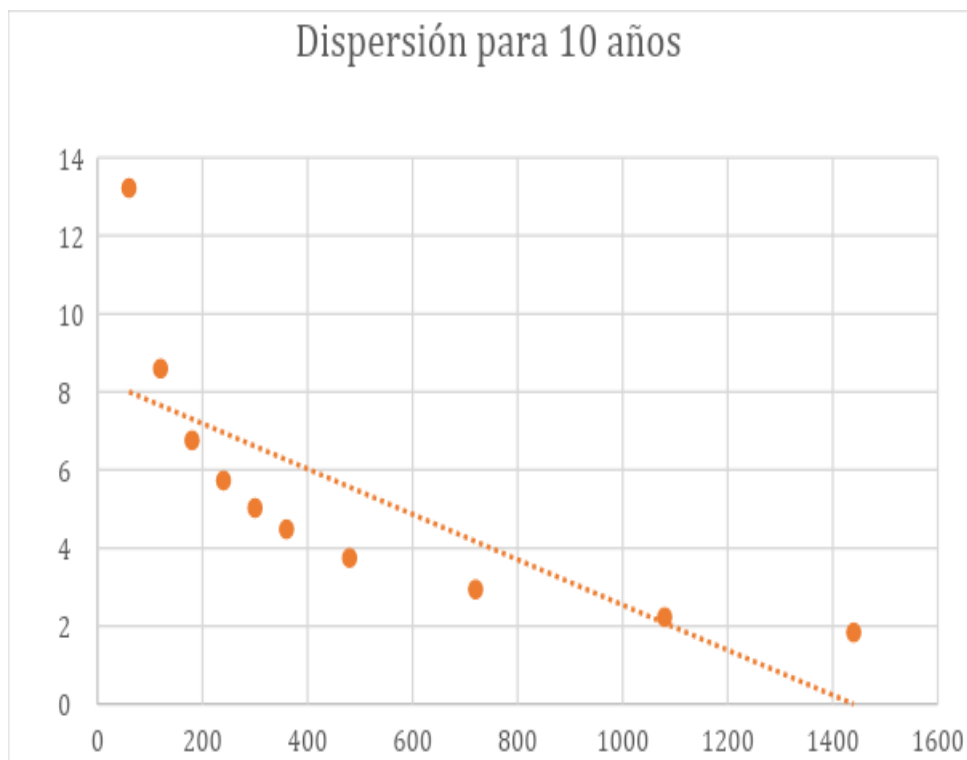
Dispersión para 2 años



Nota. Elaboración Propia

Figura 39

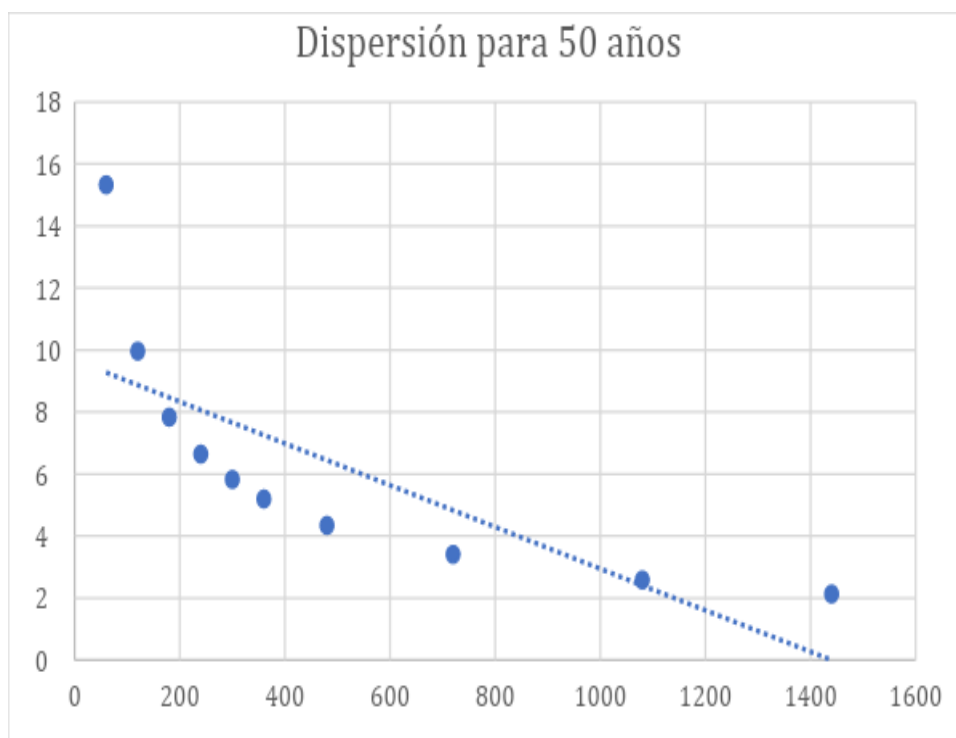
Dispersión para 10 años



Nota. Elaboración Propia

Figura 40

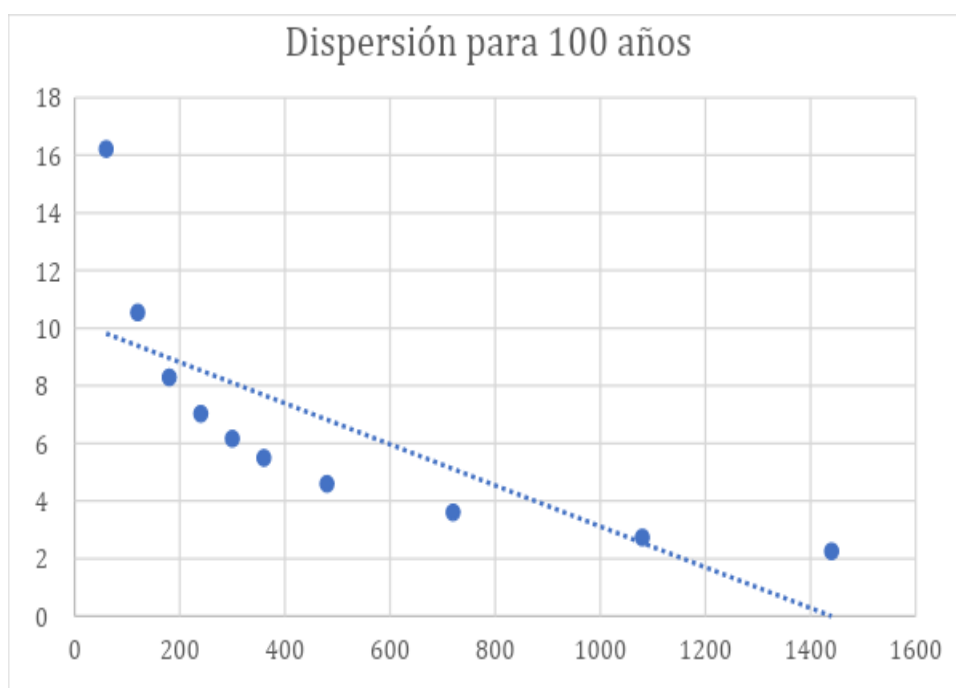
Dispersión para 50 años



Nota. Elaboración Propia

Figura 41

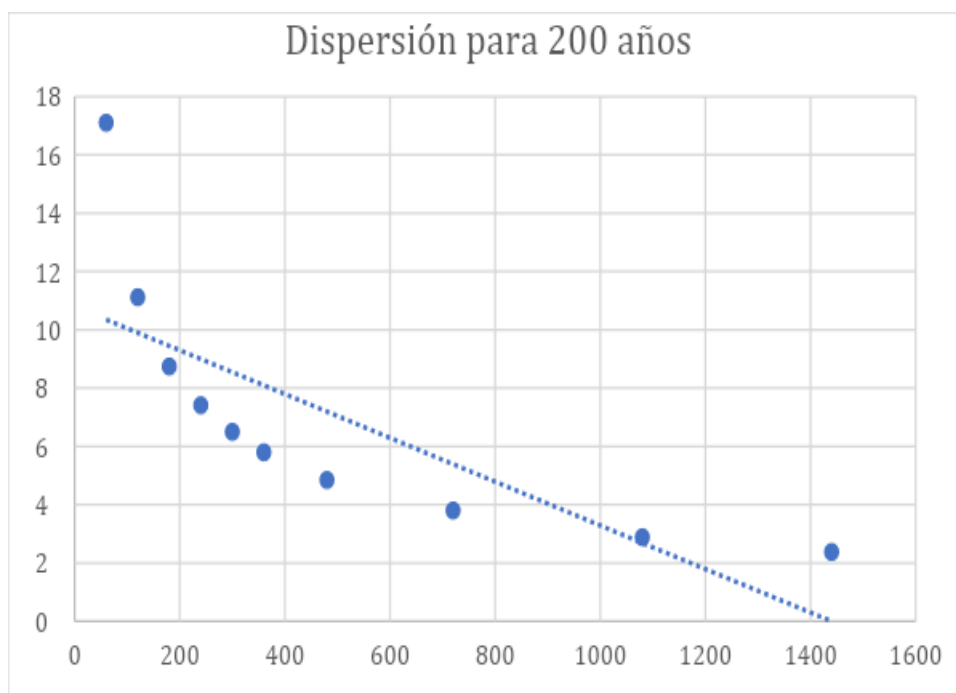
Dispersión para 100 años



Nota. Elaboración Propia

Figura 42

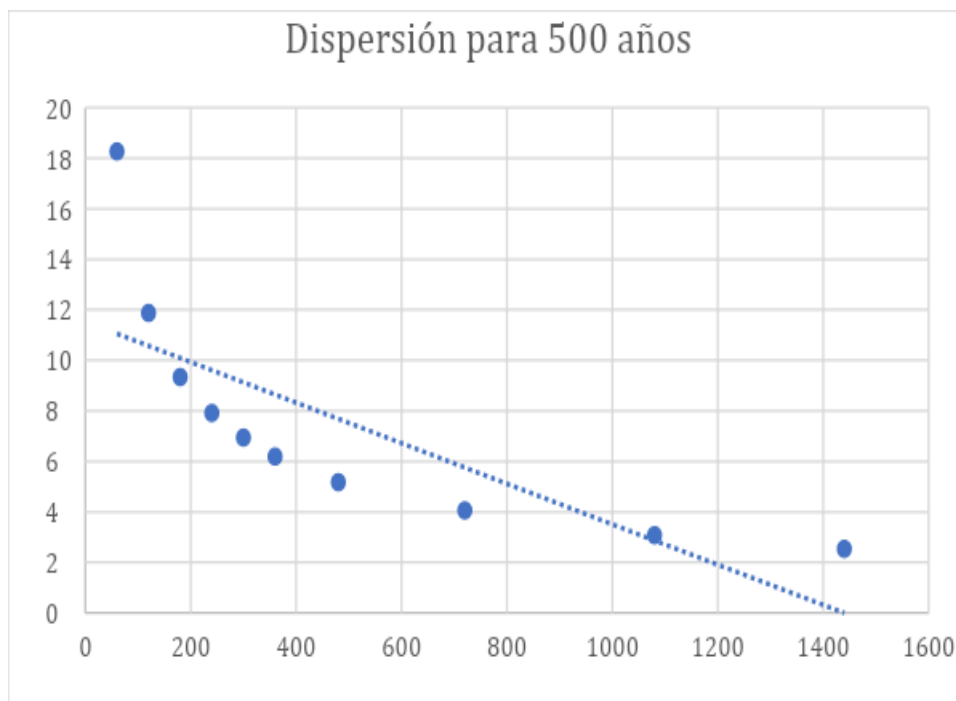
Dispersión para 200 años



Nota. Elaboración Propia

Figura 43

Dispersión para 500 años



Nota. Elaboración Propia

De donde obtenemos, el siguiente resumen:

Tabla 38

La aplicación de Regresión

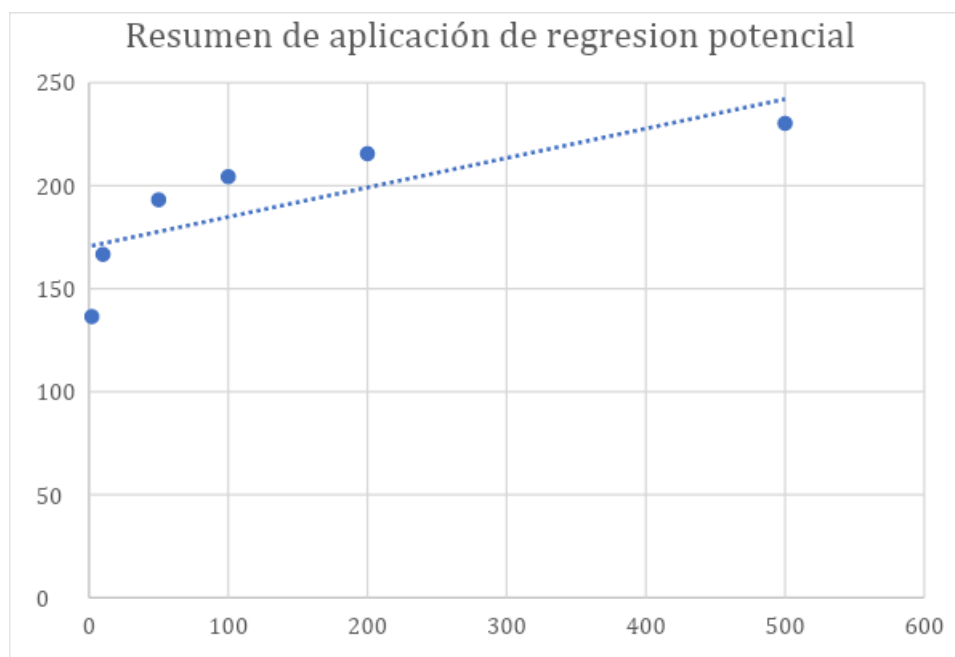
REGRESION POTENCIAL		
Periodo de retorno	coef. De regresión $\alpha = y$	exp. De regresión $\beta = \text{exponente}$
2	136.43	-0.616
10	166.64	-0.616
50	193.12	-0.616
100	204.32	-0.616
200	215.48	-0.616
500	230.2	-0.616
promedio	191.03167	-0.616

Nota. Elaboración Propia

Continuando con la dispersión de los resultados exponenciales obtenidos, para una regresión potencial conjunta (resumen)

Figura 44

Dispersión conjunta de regresiones



Nota. Elaboración Propia

Calculamos la ecuación de regresión según la Formula de Intensidad para tiempos de retorno 2, 10, 50, 100, 200 y 500 años:

$$I = \frac{\alpha T^\beta}{t^\beta}$$

Donde:

- T = Tiempo de duración (min.)
- I = Intensidad de Precipitación (mm/hr)
- T = Periodo de retorno (años).

Según los datos calculados obtenemos:

- $\alpha = 131.2$
- $\beta = 0.0941$

De donde aplicamos la fórmula para los diferentes periodos de retorno tal como se muestra en la tabla 39.

Tabla 39

Tabla de intensidad para diferentes periodos de retorno

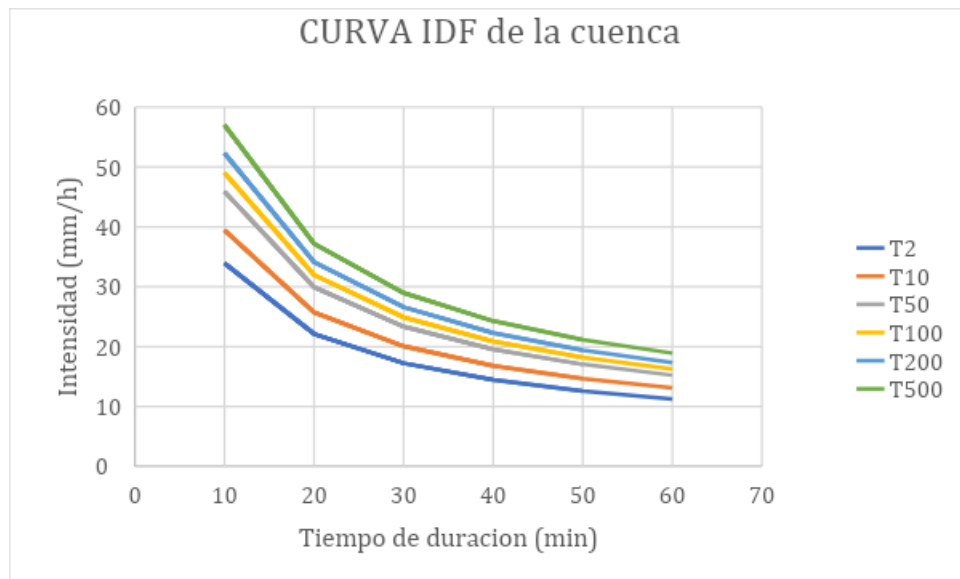
tabla de intensidad - tiempo de duración - periodo de retorno						
Duración (minutos)	frecuencia (T años)					
	2	10	50	100	200	500
10	33.904766	39.4488035	45.89939	48.99298	52.29507	57.00421
20	22.122096	25.7394556	29.94832	31.96681	34.12136	37.19396
30	17.232729	20.0505893	23.32922	24.90159	26.57994	28.97345
40	14.43417	16.794415	19.5406	20.85763	22.26342	24.26822
50	12.580423	14.6375473	17.03105	18.17893	19.40418	21.15151
60	11.243968	13.0825579	15.22179	16.24773	17.34281	18.90452

Nota. Elaboración propia

De donde podemos construir nuestra curva IDF para los diferentes periodos de retorno tal como se aprecia en la figura 45.

Figura 45

Curva IDF de la cuenca para diferentes periodos de retorno



Nota. Elaboración propia

CALCULO DEL CAUDAL MAXIMO DE DISEÑO

1. METODO RACIONAL

Donde calcularemos el caudal máximo instantáneo de descarga de la cuenca utilizando en método racional, en este caso para la precipitación máxima probable ocurrida entre los periodos de estudio:

a partir de los valores obtenidos calcularemos el volumen de escurrimiento máximo o gasto m³/seg o lt/seg. Mediante la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C.I.A}{360}$$

Donde:

Q= Caudal o Gasto m³/s.

C= Coeficiente de escorrentía

I= Intensidad de lluvia promedio mm/h

A= Superficie de la cuenca ha

Datos:

Área = 4,100.00 km² = 410,000.0 ha

Intensidad = 3.41 mm/h para 50 años
 Coeficiente de escorrentía = 0.4435497

El coeficiente de escorrentía lo calculamos mediante las siguientes tablas:

Tabla 40

Coeficientes de escorrentía, según Benítez et al (1980)

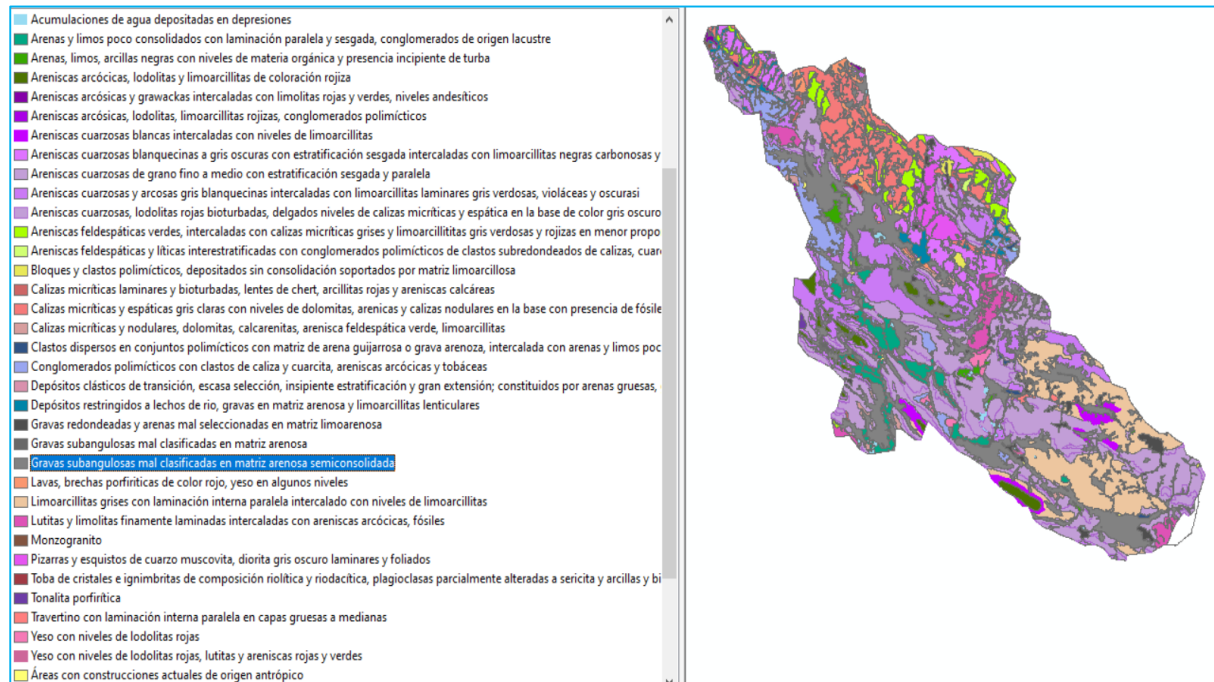
COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		> 50	20 - 50	5 - 20	1 - 5	0 - 1
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Nota. Lemus & Navarro 2003

De donde con ayuda del ArcGIS. Y de datos del www.geogpsperu.com, descargamos shapes files de uso y cobertura de tipo de suelos, y calculamos los coeficientes según las tablas de coeficientes

Figura 46

Tipo de uso de suelo Según geogpsperu



Nota. Elaboración Propia.

Tabla 41

Tipo de suelo Según geogpsperu

FID	Lito Simb	Lito Unid	Descripción	Lito estra	Era	Área km2	%
0	Ci-a	Grupo Ambo	Areniscas cuarzosas blanquecinas a gris oscuras con estratificación sesgada intercaladas con limoarcillitas negras carbonosas y negras	Grupo Ambo	Paleozoico	193.44	4.74%
1	Ciudad	Centro Urbano	Áreas con construcciones actuales de origen antrópico	Ciudad	Ciudad	5.32084	0.13%
2	Cs-t	Grupo Tarma	Areniscas feldespáticas verdes, intercaladas con calizas micríticas grises y limoarcillitas gris verdosas y rojizas en menor proporción	Grupo Tarma	Paleozoico	96.1389	2.36%
3	JsKi-mu	Formación Muni Calizas	Calizas micríticas y nodulares, dolomitas, calcarenitas, arenisca feldespática verde, limoarcillitas	Formación Muni	Mesozoico	26.6536	0.65%
4	JsKi-mu1	Formación Muni Yeso	Yeso con niveles de lodolitas rojas	Formación Muni	Mesozoico	16.9349	0.42%
5	JsKi-mu2	Formación Muni Conglomerados	Conglomerados polimícticos con clastos de caliza y cuarcita, areniscas arcóicas y tobáceas	Formación Muni	Mesozoico	150.941	3.70%
6	Ki-hn	Formación Huancané	Areniscas cuarzosas de grano fino a medio con estratificación sesgada y paralela	Formación Huancané	Mesozoico	616.464	15.12%
7	Ki-mu/y	Formación Murco Yeso	Yeso con niveles de lodolitas rojas, lutitas y areniscas rojas y verdes	Formación Murco	Mesozoico	1.21581	0.03%
8	Kis-ay	Formación Ayabacas	Calizas micríticas laminares y bioturbadas, lentes de chert, arcillitas rojas y areniscas calcáreas	Formación Ayabacas	Mesozoico	7.22418	0.18%
9	Kis-mo	Grupo Moho	Areniscas cuarzosas, lodolitas rojas bioturbadas, delgados niveles de calizas micríticas y espática en la base de color gris oscuro	Grupo Moho	Mesozoico	407.581	9.99%
10	Ks-vi	Formación Vilquechico Areniscas	Areniscas cuarzosas y arcosas gris blanquecinas intercaladas con limoarcillitas laminares gris verdosas, violáceas y oscuras	Formación Vilquechico	Mesozoico	376.358	9.23%

11	Ks-vi_i	Formación Vilquechico Limoarcillitas	Limoarcillitas grises con laminación interna paralela intercalado con niveles de limoarcillitas	Formación Vilquechico	Mesozoico	387.87	9.51%
12	Ks-vi_s	Formación Vilquechico Areniscas Cuarzosas	Areniscas cuarzosas blancas intercaladas con niveles de limoarcillitas	Formación Vilquechico	Mesozoico	44.2831	1.09%
13	KsP-au	Formación Auzangate	Areniscas arcólicas, lodolitas y limoarcillitas de coloración rojiza	Formación Auzangate	Mesozoico	54.2113	1.33%
14	Laguna	Laguna	Acumulaciones de agua depositadas en depresiones	Laguna	Laguna	17.9285	0.44%
15	Nm-pi	Formación Picotani	Toba de cristales e ignimbritas de composición riolítica y riolítica, plagioclasas parcialmente alteradas a sericita y arcillas y biotitas limonitizadas	Formación Picotani	Cenozoico	4.93496	0.12%
16	NQ-az	Formación Azángaro	Arenas y limos poco consolidados con laminación paralela y sesgada, conglomerados de origen lacustre	Formación Azángaro	Cenozoico	113.003	2.77%
17	P-ca/to	Intrusivo Cala Cala tonalítico	Tonalita porfírica	Intrusivos Cenozoicos	Cenozoico	3.1511	0.08%
18	P-mgr	Unidad Yurac Apacheta	Monzogranito	Intrusivos Cenozoicos	Cenozoico	0.13943	0.00%
19	P-mu	Formación Muñani	Areniscas arcólicas, lodolitas, limoarcillitas rojizas, conglomerados polimícticos	Formación Muñani	Cenozoico	2.9474	0.07%
20	P-pu	Grupo Puno Areniscas Feldespáticas	Areniscas feldespáticas y líticas interestratificadas con conglomerados polimícticos de clastos subredondeados de calizas, cuarcitas y areniscas rojizas calcáreas como matriz; intercalados con areniscas conglomerádicas, vulcanitas y	Grupo Puno	Cenozoico	2.50801	0.06%
21	P-mgr	Unidad Yurac Apacheta	Monzogranito	Intrusivos Cenozoicos	Cenozoico	1.31362	0.03%
22	Qh-coal	Depósitos Coluvio Aluviales	Clastos dispersos en conjuntos polimícticos con matriz de arena guijarrosa o grava arenosa, intercalada con arenas y limos poco gradados	Cuaternario Coluvio Aluvial	Cenozoico	0.31079	0.01%
23	Pi-c	Grupo Copacabana	Calizas micríticas y espáticas gris claras con niveles de dolomitas, areniscas y calizas nodulares en la base con presencia de fósiles	Grupo Copacabana	Paleozoico	253.286	6.21%
24	Ps-mi	Grupo Mitu Volcánico	Lavas, brechas porfíricas de color rojo, yeso en algunos niveles	Grupo Mitu	Paleozoico	44.2397	1.08%
25	PsT-mi	Grupo Mitu Sedimentario	Areniscas arcólicas y grawackas intercaladas con limolitas rojas y verdes, niveles andesíticos	Grupo Mitu	Paleozoico	7.79812	0.19%
26	Qh-al	Depósitos Aluviales	Gravas redondeadas y arenas mal seleccionadas en matriz limoarenosa	Cuaternario Aluvial	Cenozoico	86.2395	2.11%
27	Qh-coal	Depósitos Coluvio Aluviales	Clastos dispersos en conjuntos polimícticos con matriz de arena guijarrosa o grava arenosa, intercalada con arenas y limos poco gradados	Cuaternario Coluvio Aluvial	Cenozoico	6.81826	0.17%
28	Qh-bo	Depósitos de Bofedales	Arenas, limos, arcillas negras con niveles de materia orgánica y presencia incipiente de turba	Cuaternario Bofedal	Cenozoico	0.58019	0.01%
29	Qh-al1	Depósitos Aluviales (1)	Gravas subangulosas mal clasificadas en matriz arenosa semiconsolidada	Cuaternario Aluvial	Cenozoico	839.31	20.58%
30	Qh-coal	Depósitos Coluvio Aluviales	Clastos dispersos en conjuntos polimícticos con matriz de arena guijarrosa o grava arenosa, intercalada con arenas y limos poco gradados	Cuaternario Coluvio Aluvial	Cenozoico	2.0884	0.05%
31	Qh-al2	Depósitos Aluviales (2)	Depósitos restringidos a lechos de río, gravas en matriz arenosa y limoarcillitas lenticulares	Cuaternario Aluvial	Cenozoico	74.2193	1.82%
32	Qh-bo	Depósitos de Bofedales	Arenas, limos, arcillas negras con niveles de materia orgánica y presencia incipiente de turba	Cuaternario Bofedal	Cenozoico	34.2061	0.84%
33	Qh-fg	Depósitos Fluvio-glaciare s	Depósitos clásticos de transición, escasa selección, insipiente estratificación y gran extensión; constituidos por arenas gruesas, gravillas, gravas y en menor proporción bloques	Cuaternario Fluvio-glaciare s	Cenozoico	5.08682	0.12%
34	Qh-fl	Depósitos Fluviales	Gravas subangulosas mal clasificadas en matriz arenosa	Cuaternario Fluvial	Cenozoico	14.6283	0.36%
35	Qh-tr	Depósitos de Travertino	Travertino con laminación interna paralela en capas gruesas a medianas	Cuaternario Travertino	Cenozoico	5.90379	0.14%
36	Qpl-mo	Depósitos Morrénicos	Bloques y clastos polimícticos, depositados sin consolidación soportados por matriz limoarcillosa	Cuaternario Morrénico	Cenozoico	20.9325	0.51%
37	Río	Río	Áreas de acumulación y movimiento de sedimentos, gravas y arenas	Río	Río	6.64807	0.16%
38	SD-a	Formación Ananea	Pizarras y esquistos de cuarzo muscovita, diorita gris oscuro laminares y foliados	Formación Ananea	Paleozoico	59.7653	1.47%
39	SD-ch	Formación Chagrapí	Lutitas y limolitas finamente laminadas intercaladas con areniscas arcólicas, fósiles	Formación Chagrapí	Paleozoico	85.574	2.10%

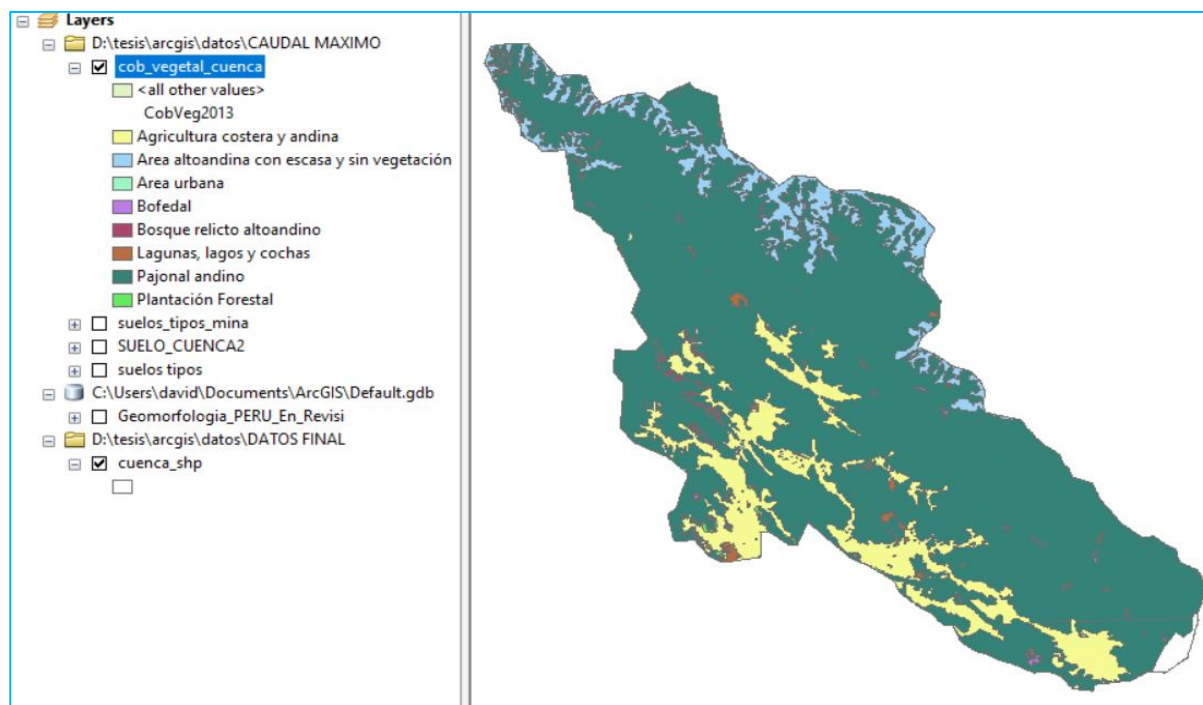
TOTAL	4078.2	100.00%
-------	--------	---------

Nota. Elaboración Propia.

Cobertura vegetal

Figura 47

Cobertura vegetal Según MINAM



Nota. Elaboración Propia.

El cálculo del tipo de suelo utilizaremos los predominantes en la cuenca.

Tabla 42

Tipos de suelo

TIPO DE SUELO						
FID	lito_simb	Lito_unid	area	porcentaje	tipo de suelo	Pend. Prom %
0	Ci-a	Grupo Ambo	1219.13	29.73%	SEMI PERMEABLE	50
6	Ki-hn	Formación Huancané	616.464	15.12%	SEMI PERMEABLE	16.5
9	Kis-mo	Grupo Moho	407.581	9.99%	PERMEABLE	50
10	Ks-vi	Formación Vilquechico Areniscas	376.358	9.23%	PERMEABLE	50
11	Ks-vi_i	Formación Vilquechico Limoarcillitas	387.87	9.51%	SEMI PERMEABLE	16.5
23	Pi-c	Grupo Copacabana	253.286	6.21%	PERMEABLE	50
29	Qh-al1	Depósitos Aluviales (1)	839.31	20.58%	PERMEABLE	50

Promedio de las pendientes

- Pendiente. 16.5 % zonas altiplánicas bajas
- Pendiente 50.00 % zonas altas montañosas

CALCULO DE SU COEFICIENTE Y DE SU ESCURRIMIENTO DE LA CUENCA

Tabla 43

Coeficiente de escurrimiento

ESCURRIMIENTO DE LA CUENCA							
CUENCA (FID)	1	2	3	4	5	6	7
AREA (ha)	33097.46	25987.92	46649.32	72170.43	162655.04	43133.96	3844.51
COEF.	0.6	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3
COEF. TOTAL	0.581288356						

Nota. Elaboración propia

CALCULO DE SU CAUDAL.

- $Q = 2,252.50 \text{ m}^3/\text{seg.}$

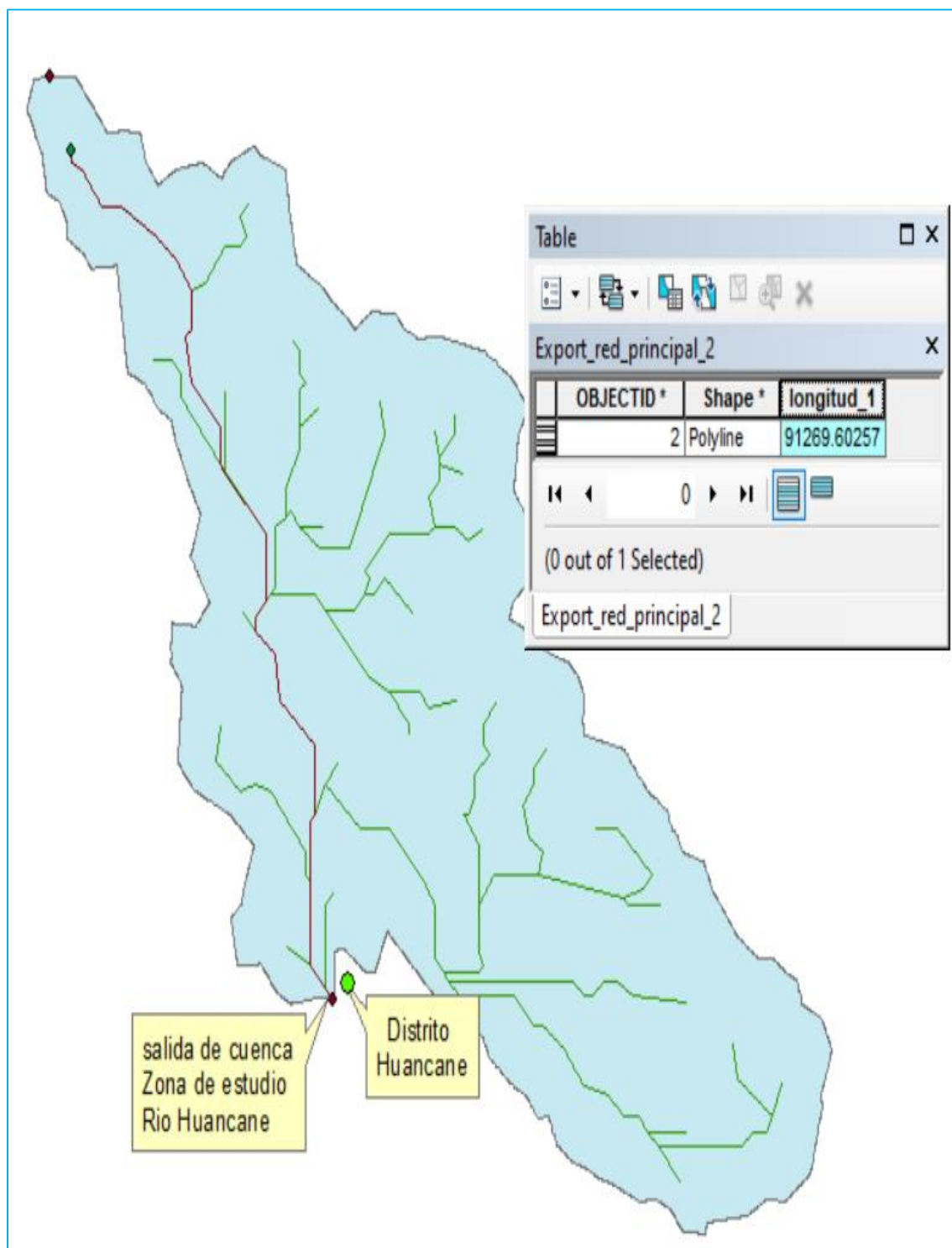
2. CON HIDROESTA 2.

Con este software se realiza los siguientes cálculos:

2.1 Calcula la intensidad. Se calcula la distancia del cauce principal, el cual es: 91,269.60 mt.

Figura 48

Distancia del cauce principal del punto más alejado

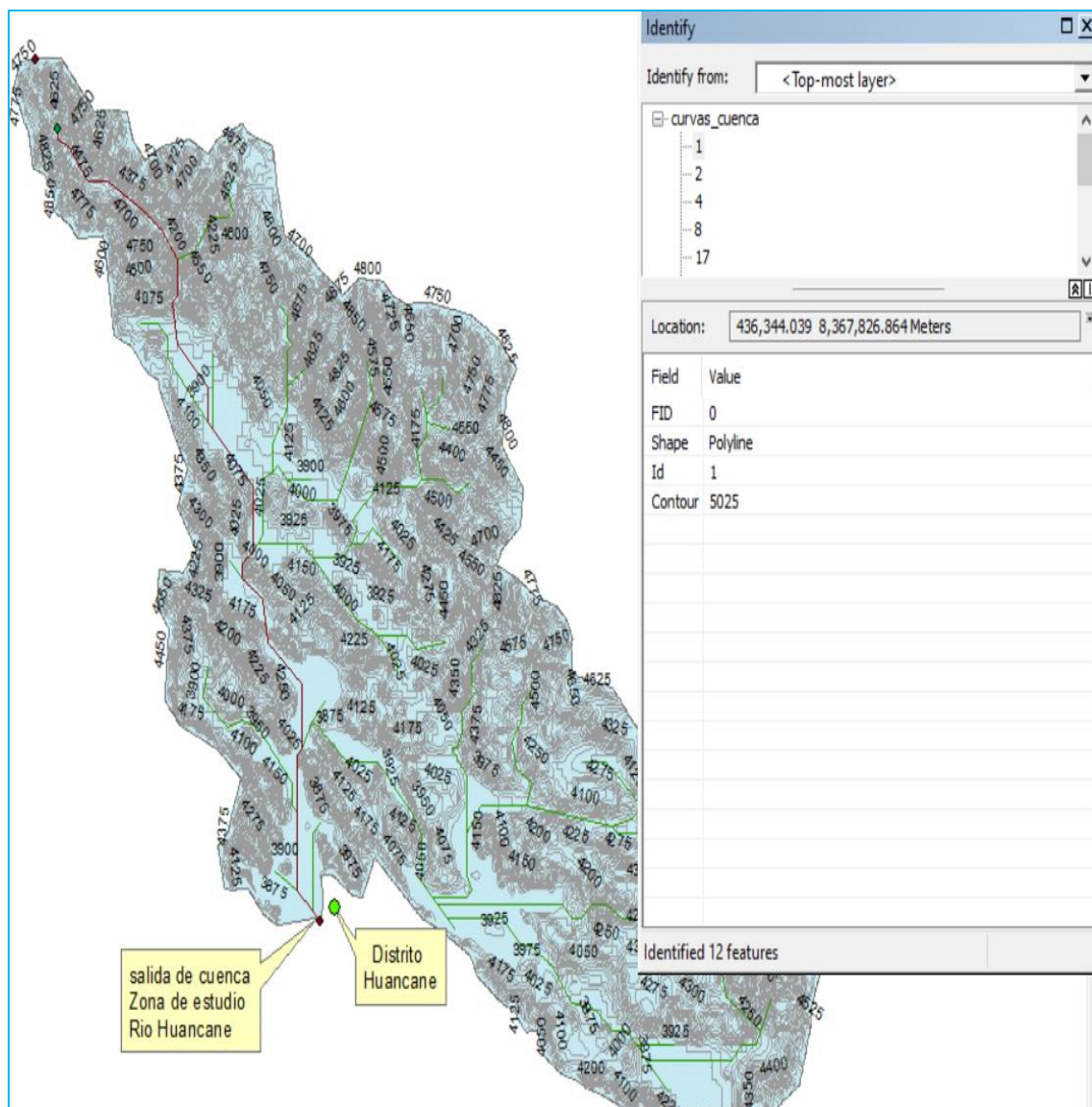


Nota. Elaboración propia

2.2 Se determina el punto más baja de la cuenca al más alto (su punto de salida).

Figura 49

Determinación del punto más bajo y más alto de la cuenca de estudio



Nota. Elaboración Propia

El Punto más alto	= 5025
El Punto de salida de la cuenca de estudio	= 3825
Desnivel	= 1200.00

2.3 Para un retorno de 50 años se realizará el siguiente cálculo

Figura 50

Cálculo con su periodo de retorno

Cálculo del caudal máximo utilizando el método Racional

Cálculo de Q

Datos:

Distancia al punto más alejado (L): 91269.60 m

Desnivel (H): 1200 m

Período de retorno (T): 50 años

La duración es conocida ?

☐ Sí

☒ No

Resultados:

Tiempo de concentración ó duración (tc): 681.91 min

Intensidad máxima (I): 3.41 mm/hr

Opciones cálculo:

☐ Provincias Costa Rica

☒ Registro de datos

Ingreso de los tríos de datos T, D, Imáx:

Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

Trío	T (años)	Duración (min)	I máx (mm/hr)
6	2.0	60.0	11.24396765
7	10.0	10.0	39.44880347
8	10.0	20.0	25.73945563
9	10.0	30.0	20.05058934
10	10.0	40.0	16.79441499
11	10.0	50.0	14.63754733
12	10.0	60.0	13.08255788
13	50.0	10.0	45.89938985
14	50.0	20.0	29.94831794
15	50.0	30.0	23.32922005
16	50.0	40.0	19.54060284
17	50.0	50.0	17.03104866
18	50.0	60.0	15.22179056
19	100.0	10.0	48.99297761

Imáx

Calcular I

Ecuación de cálculo de Imáx: $Imáx = 131.2000 \cdot T^{(0.0941)} \cdot D^{(-0.6160)}$

Calcular

Limpiar

Imprimir

Menú Principal

Archivos y resultados:

Crear

Accesar

Excel

Reporte

Nota. Elaboración propia

2.4 Calculo del coeficiente de escurrimiento

Datos:

Área = 4,100.00 km² = 410,000.0 ha

Figura 51

Coeficiente de escurrimiento hidroesta

Cálculo del caudal máximo utilizando el método Racional

Cálculo de Q

Cálculo de C

Grupo N°	Área	Cobertura	Textura	Pendiente	C
1	3097.4	Terrenos cultivados	Arcillosa	4	0.6
2	5987.9	Terrenos cultivados	Arcillosa	8	0.7
3	6649.9	Terrenos cultivados	Franco arcillolimosa	15	0.7
4	2170.4	Terrenos cultivados	Franco limosa	25	0.7
5	16265.5	Forestal	Franco limosa	50	0.5
6	3133.9	Forestal	Franco limosa	75	0.5
7	3844.51	Forestal	Franco arenosa	100	0.3

Cálculo de I

Ingreso datos:

Grupo N°:

Área (a): has

Zonas no urbanas:

Cobertura:

Textura:

Pendiente: %

Zonas urbanas:

C_p
C ponderado

Resultados:

C ponderado:

Área total: has

Calcular

Limpiar

Imprimir

Menú Principal

Archivos y resultados:

Crear

Accesar

Excel

Reporte

Nota. Elaboración propia

2.5 Calculo del caudal máximo.

Figura 52

Caudal máximo hidroesta.

Nota. Elaboración propia

Tabla 44

Resultados de simulación en variables periodos de retorno

RESULTADOS DE SIMULACION DE MODELAMIENTO NUMERO PARA PERIODOS DIFERENTES PERIODOS DE DISEÑO						
SIMULACION	PERIODOS DE DISEÑO	UNIDAD	INTENSIDAD (mm/hr)	ESCORRENTIA	CAUDAL (m3/SEG.)	TC (min)
1	2	AÑOS	2.52	0.58	1573.41	681.91
2	10	AÑOS	2.93	0.58	1829.4	681.91
3	50	AÑOS	3.41	0.58	2129.1	681.91
4	100	AÑOS	3.64	0.58	2422.547	681.91
5	200	AÑOS	3.88	0.58	2422.55	681.91
6	500	AÑOS	4.23	0.58	2641.076	681.91

Nota. Elaboración propia

3. CON HEC – HMS 4.9

El HEC – HMS 7.9 es un método para el cálculo de caudales ecológicos y ambientales en ríos, el modelo HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System) es un modelo lluvia-escorrentía, desarrollado por el Hydrologic Engineering Center HEC del U.S. Army Corps of Engineers USACE, que está diseñado para simular el hidrograma de escorrentía que se produce en un determinado punto de la red fluvial como consecuencia de un episodio de lluvia.

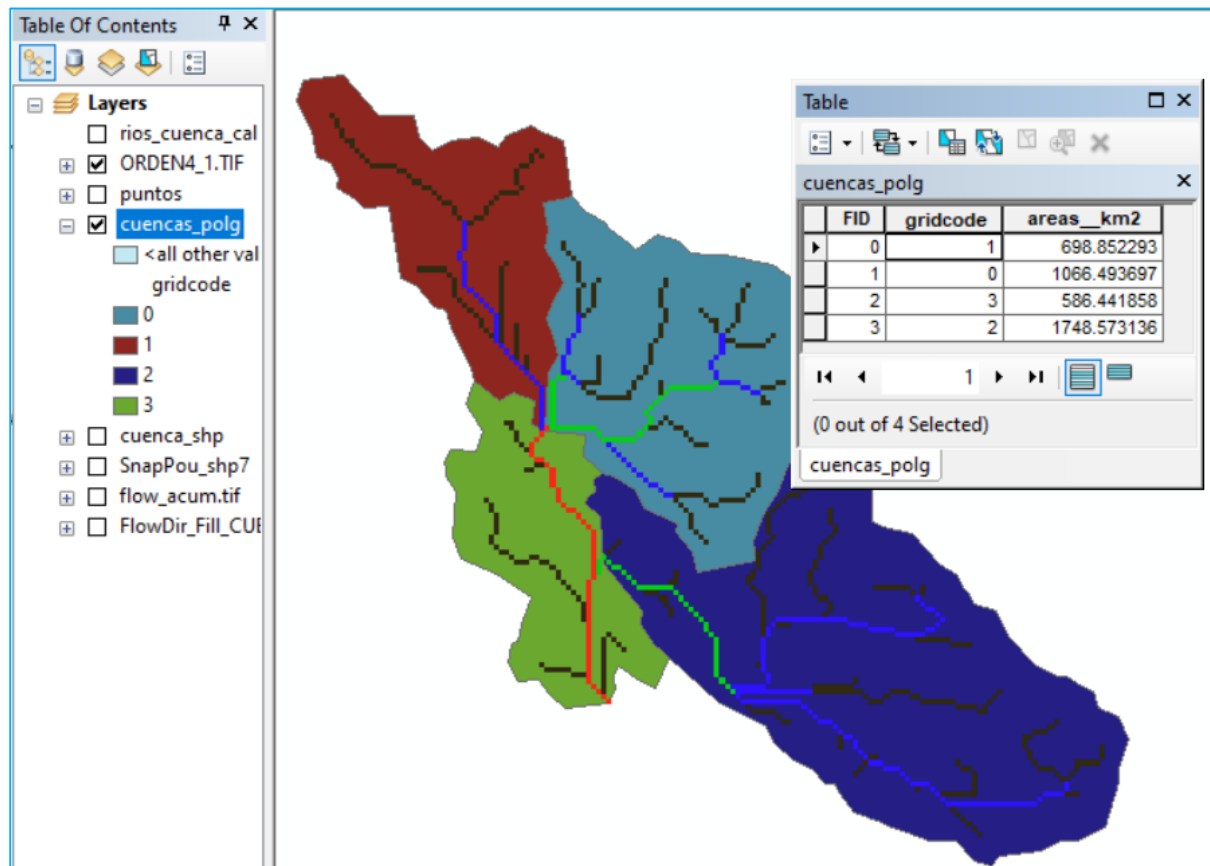
El predecesor de este modelo, HEC1, surgió como modelo de eventos y es considerado por muchos como el más versátil (Bedient y Huber, 1992) y quizás el más utilizado en la literatura de caracterización hidrológicas de avenidas. en este proyecto de investigación se ha usado el HEC-HMS.

Según varias referencias, se recomienda el cálculo de grandes cuencas hidrográficas mediante el método HEC-HMS. Ambos se dividen en cuatro subcuencas para facilitar el modelado de diferentes formas. A continuación se muestra un diagrama que puede ilustrar este problema.

El siguiente gráfico muestra el área de cada subcuenca modelada con ArcGis.

Figura 53

Áreas de la subcuenca (cuenca dividida).



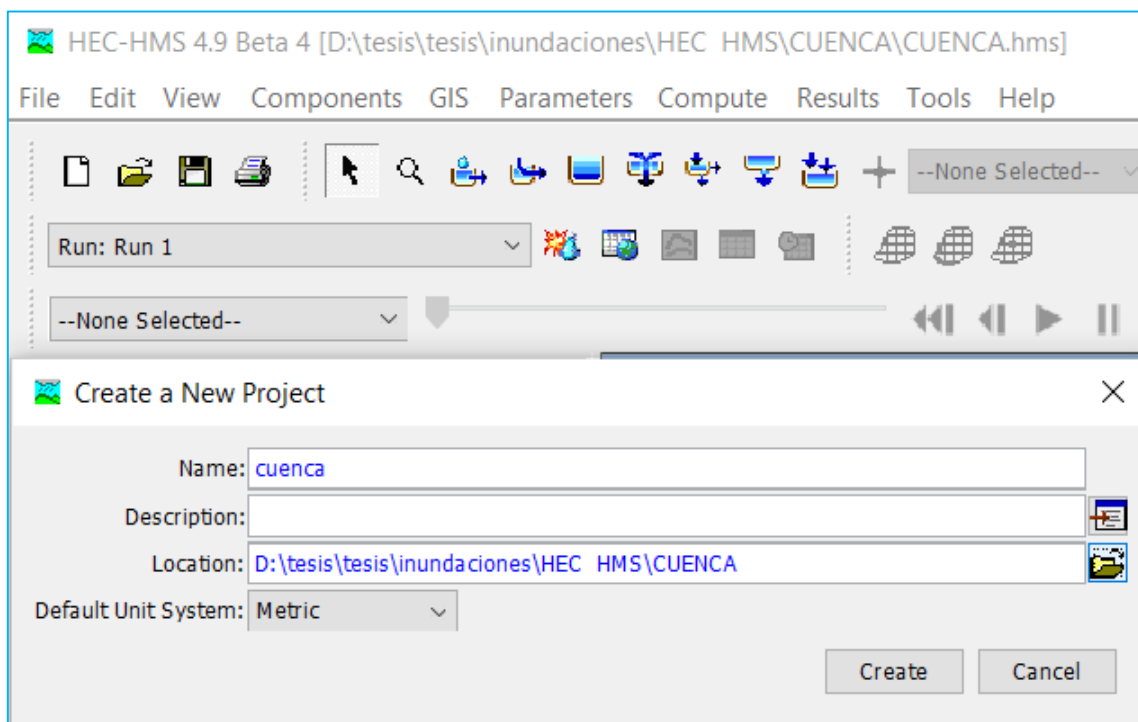
Nota. Elaboración Propia

Componentes del modelo hidrológico en HEC-HMS

Para un Crear un Proyecto comenzamos a utilizar HMS debemos abrir un nuevo Proyecto en el programa, Dentro del Proyecto se guardan todo tipo de datos de la cuenca, de las precipitaciones, áreas etc. Los componentes básicos de un Proyecto son los siguientes:

Figura 54

Componentes del modelo hidrológico en HEC-HMS



Nota. Elaboración Propia

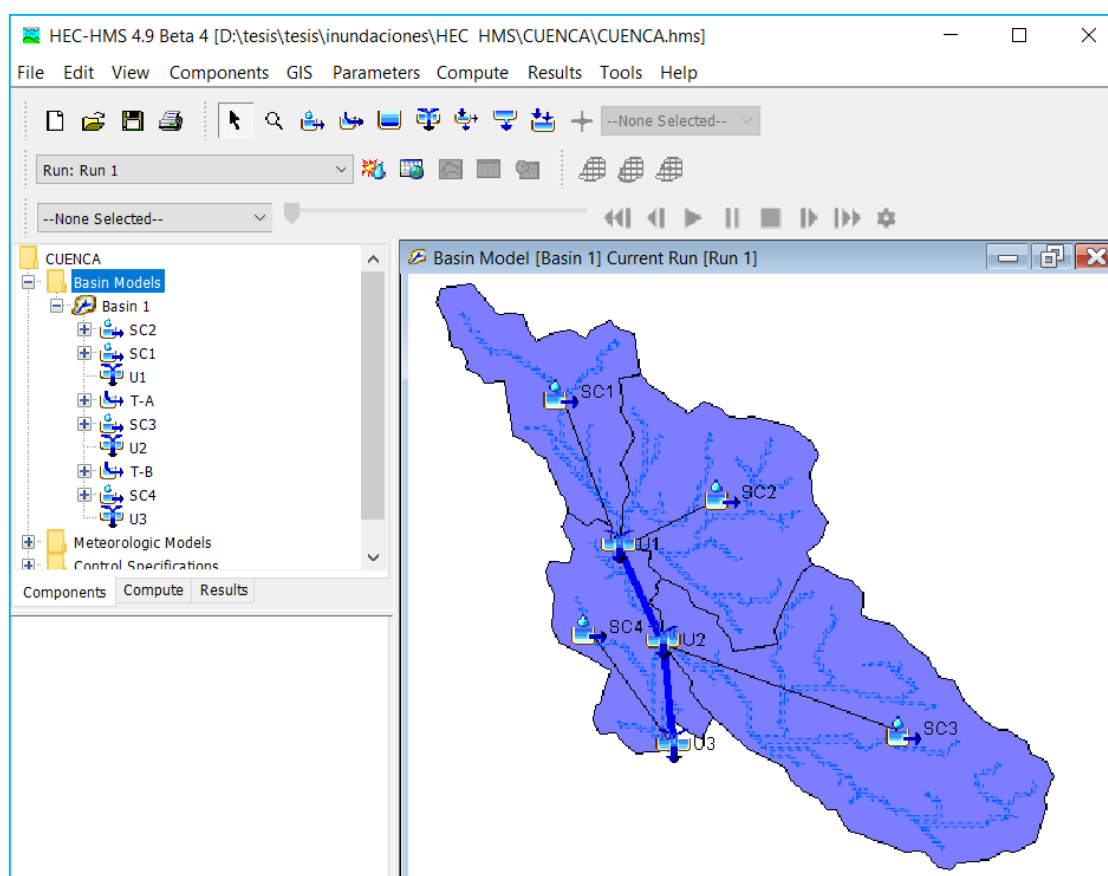
Crear un modelo de cuenca (Basin Model). Aquí, el programa presenta los modelos de cuenca de estudio de diferentes subcuencas y características del proyecto.

Muestra los diferentes sub-tanques y sus características. Entonces para iniciar a modelar la cuenca hidrográfica bajo investigación, teniendo el proyecto nuevo creado, vamos al pestaña de menú Componentes, seleccione el Administrador de modelos de cuencas hidrográficas, haga clic en Nuevo en la ventana emergente y haga clic en Nuevo para el área solicitada. Haga clic en Nuevo. Crea un modelo básico de. Especificamos el nombre y su descripción. El tipo de cuenca creado en el explorador de cuencas se muestra y se puede seleccionar. El siguiente paso es crear un mapa hidrológico de la cuenca para la simulación. El programa importa una imagen de fondo, verifica la forma del fregadero (solo fotos), hacemos click derecho en el escritorio y seleccionamos Fondo. En la ventana emergente Capas, haga click en el menú Agregar. Seleccionar el archivo en formato .shp generado por el programa ArcGis (en este caso, el dibujo de la cuenca del Huancané utilizado en el análisis de la subcuenca).

Para agregar una subcuenca, seleccione el generador de subcuencas en la pestaña, haga clic en el escritorio para representar cada subcuenca y proporcione su descripción y nombre en la ventana emergente. Seleccione el constructor del fregadero en la pestaña y haga clic en el punto de drenaje en el fregadero para insertar el elemento de drenaje

Figura 55

Esquema de ingreso de la cuenca y subcuencas



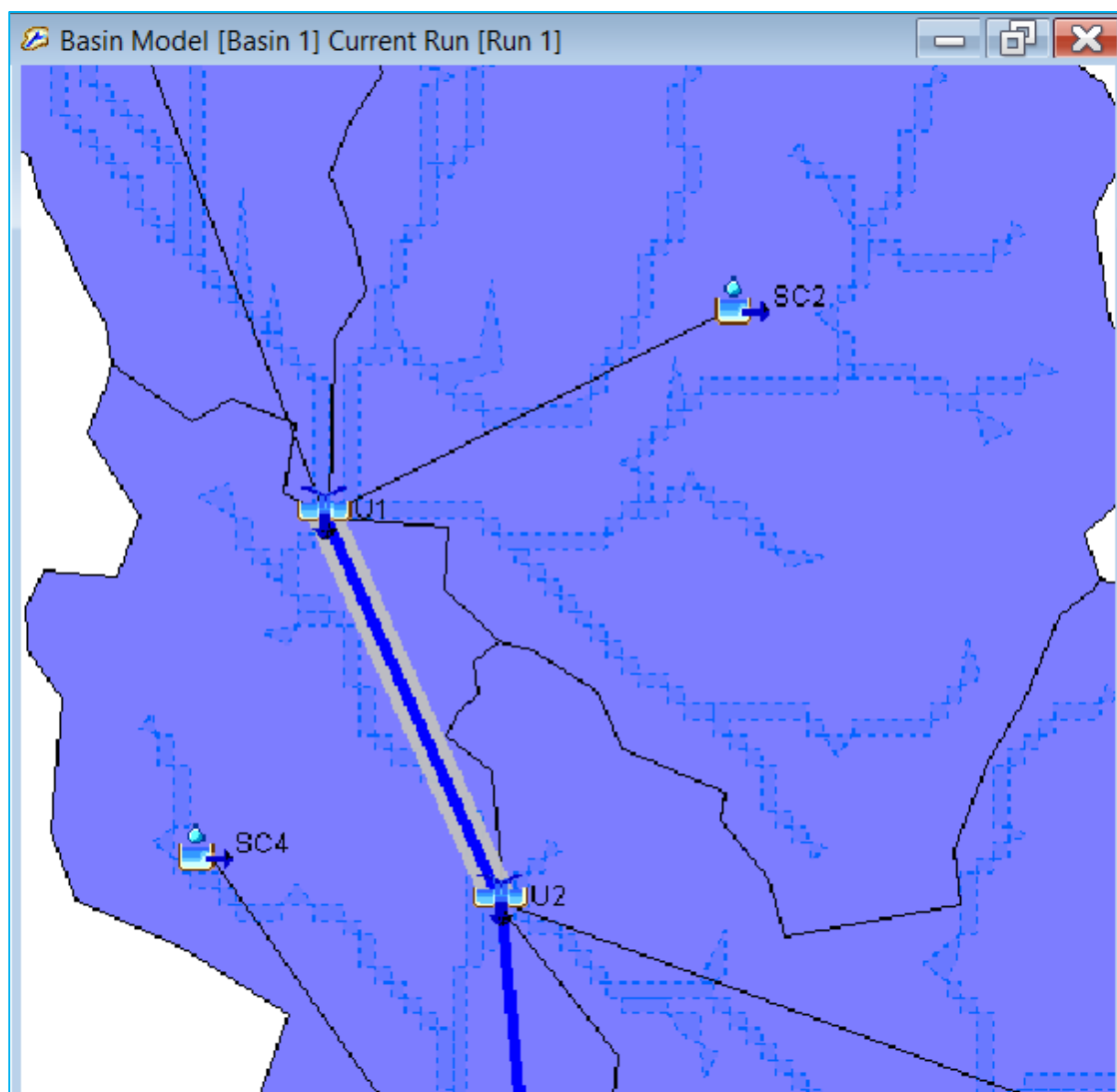
Nota. Elaboración Propia

Para agregar un elemento ríos de unión, seleccione la pestaña Reach Tools, haga clic en el escritorio y haga clic directamente en el elemento Unión para representar el movimiento del agua entre los elementos hacia la salida del área de estudio, con descripción y nombre. Luego seleccionamos cada uno de los elementos unión y Canal en el explorador de cuencas y continuamos con el editor de componentes, En las

opciones Aguas abajo, seleccione el elemento que corresponda al elemento sobre el que se mueve el agua.

Figura 56

Asignación de uniones con sub cuencas y ríos De descarga



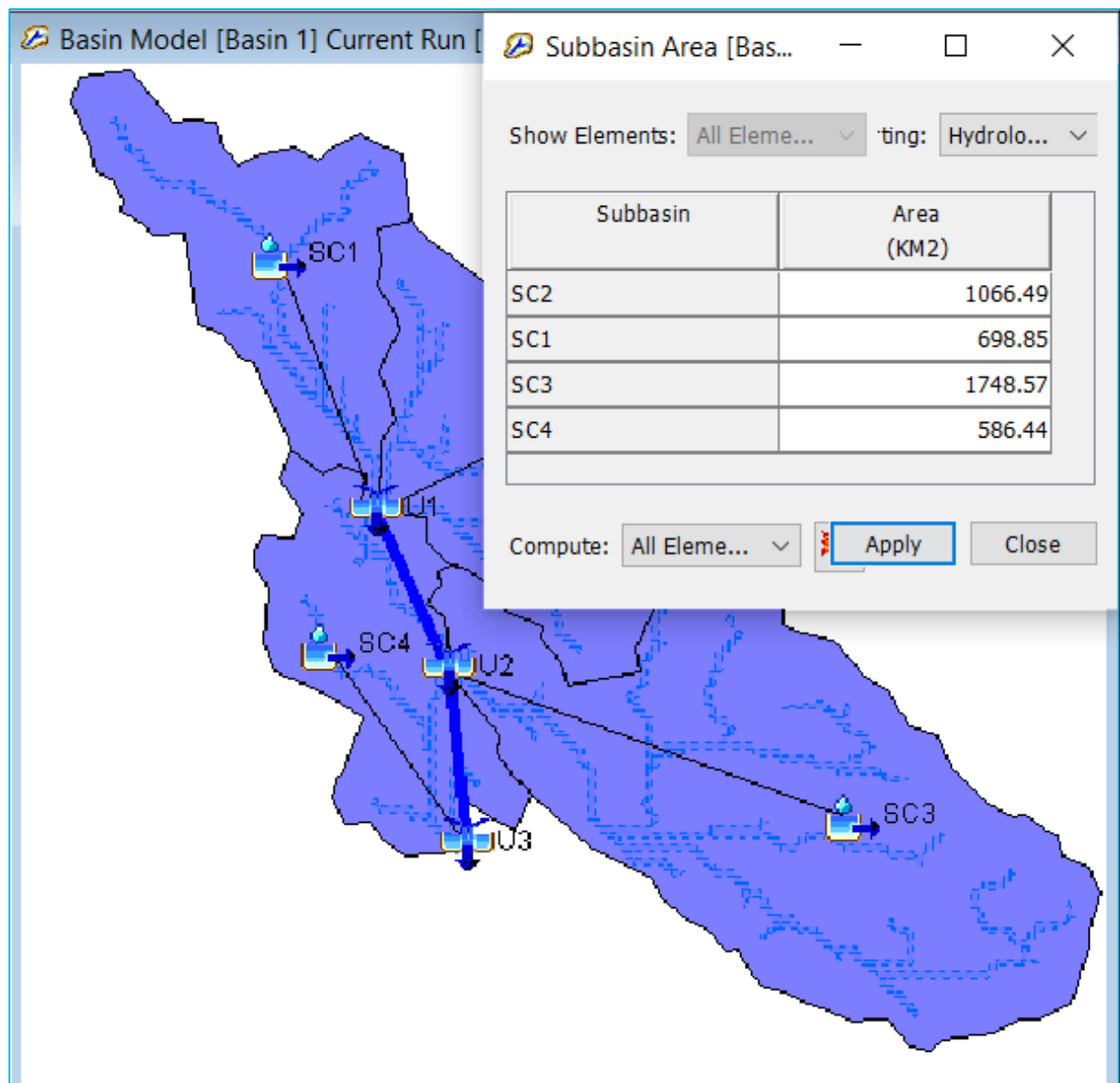
Nota. Elaboración Propia

Ingresamos los datos para los métodos de cálculo

Para cada elemento subcuenca ingresar el área de la subcuenca y seleccionar como métodos de cálculo para pérdidas "SCS Curve Number" y para Escorrentía "SCS Unit Hydrograph", como se muestra en la Figura.

Figura 57

Asignación de áreas



Nota. Elaboración Propia

Asignando el número de curva para cada sub cuenca en función de su cobertura vegetal y tipo de uso de suelo, con la siguiente tabla número 45.

Tabla 45

Numero de Curva SCS para cuencas en condición de humedad media

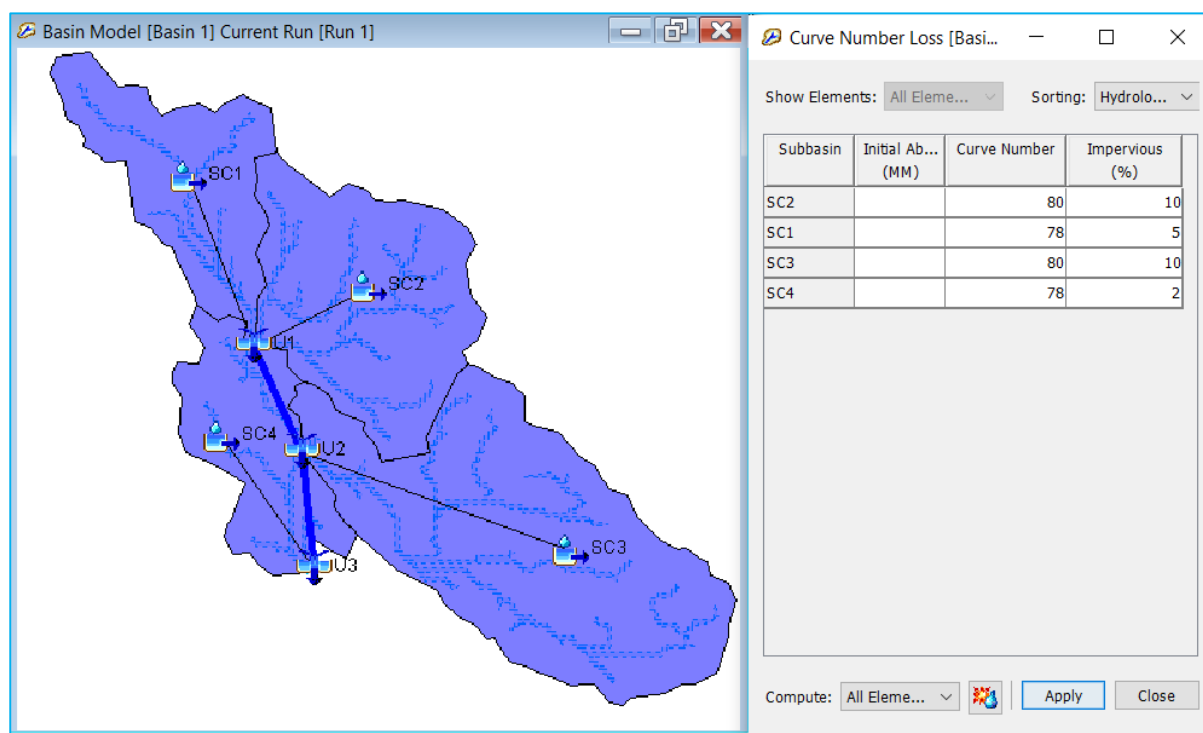
Uso del Suelo o Cubierta	Tratamiento o Practica	Condición Hidrológica	Grupo de Suelo Hidrológico			
			A	B	C	D
Barbecho	Surco recto	Mala	77	86	91	94
Cultivos en surcos	Surco recto	Mala	72	81	88	91
	Surco recto	Buena	67	78	4.48* 2 4/78	89
	En contorno	Mala	70	79	84	88
	En contorno	Buena	65	75	82	86
	En contorno y terraceado	Mala	66	74	80	82
	En contorno y terraceado	Buena	62	71	78	81
Granos pequeños	Surco recto	Mala	65	76	84	88
	Surco recto	Buena	63	75	83	87
	En contorno	Mala	63	74	82	86
	En contorno	Buena	61	73	81	84
	En contorno y terraceado	Mala	61	72	79	82
	En contorno y terraceado	Buena	59	70	78	81
Leguminosas de siembra densa o praderas de rotación	Surco recto	Mala	66	77	86	89
	Surco recto	Buena	58	72	81	85
	En contorno	Mala	64	75	83	85
	En contorno	Buena	55	69	78	83
	En contorno y terraceado	Mala	63	73	80	83
	En contorno y terraceado	Buena	51	67	76	80
Praderas o pastizales		Mala	68	79	86	89
		Aceptable	49	69	79	84
		Buena	39	61	74	80
	En contorno	Mala	47	67	81	88
		Aceptable	25	59	78	83
		Buena	6	35	70	79
Praderas (permanente)		Buena	30	58	71	78
Bosques (en predios agrícolas)		Mala	45	66	77	83
		Aceptable	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	77
Parques, patios			59	74	82	86

Nota. Sistema Costarricense de Información Jurídica

De donde Obtenemos:

Figura 58

Asignación de elementos de curva y % de impermeabilidad



Nota. Elaboración Propia

Crear Modelos meteorológicos y asignar precipitaciones pluviométricas

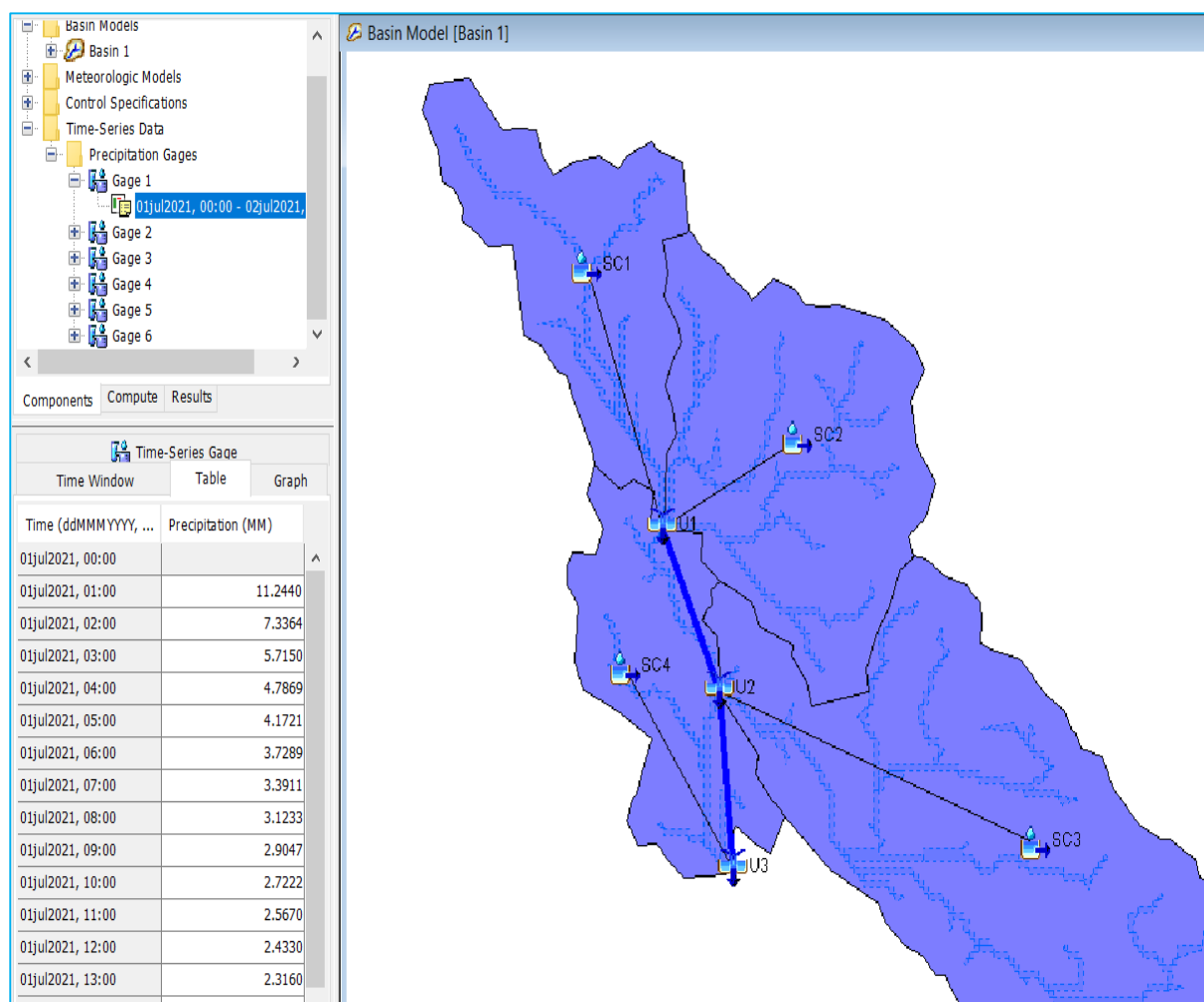
Luego especificamos la composición de la precipitación. Para hacer esto, vaya al menú Componentes, seleccione Administrador de modelos meteorológicos, haga clic en Nuevo en la ventana emergente y cree un modelo meteorológico al que debe asignar un nombre y una descripción. En este estudio se generaron seis modelos con probabilidades de 2, 10, 50, 100, 200 y 500 años. Luego se mostrará y seleccionará el modelo meteorológico creado en el explorador de Cuenca.

Para el modelo meteorológico que mide la precipitación, solo se considera la infiltración de agua debido a la precipitación utilizando el método de cálculo "Tormenta SCS". Para calcular la precipitación en la cuenca de tormentas usando el Huracán

SCS, seleccione la categoría de método provisional 2 e ingrese la precipitación en milímetros.

Figura 58

Asignación de precipitaciones para los diferentes periodos de retorno

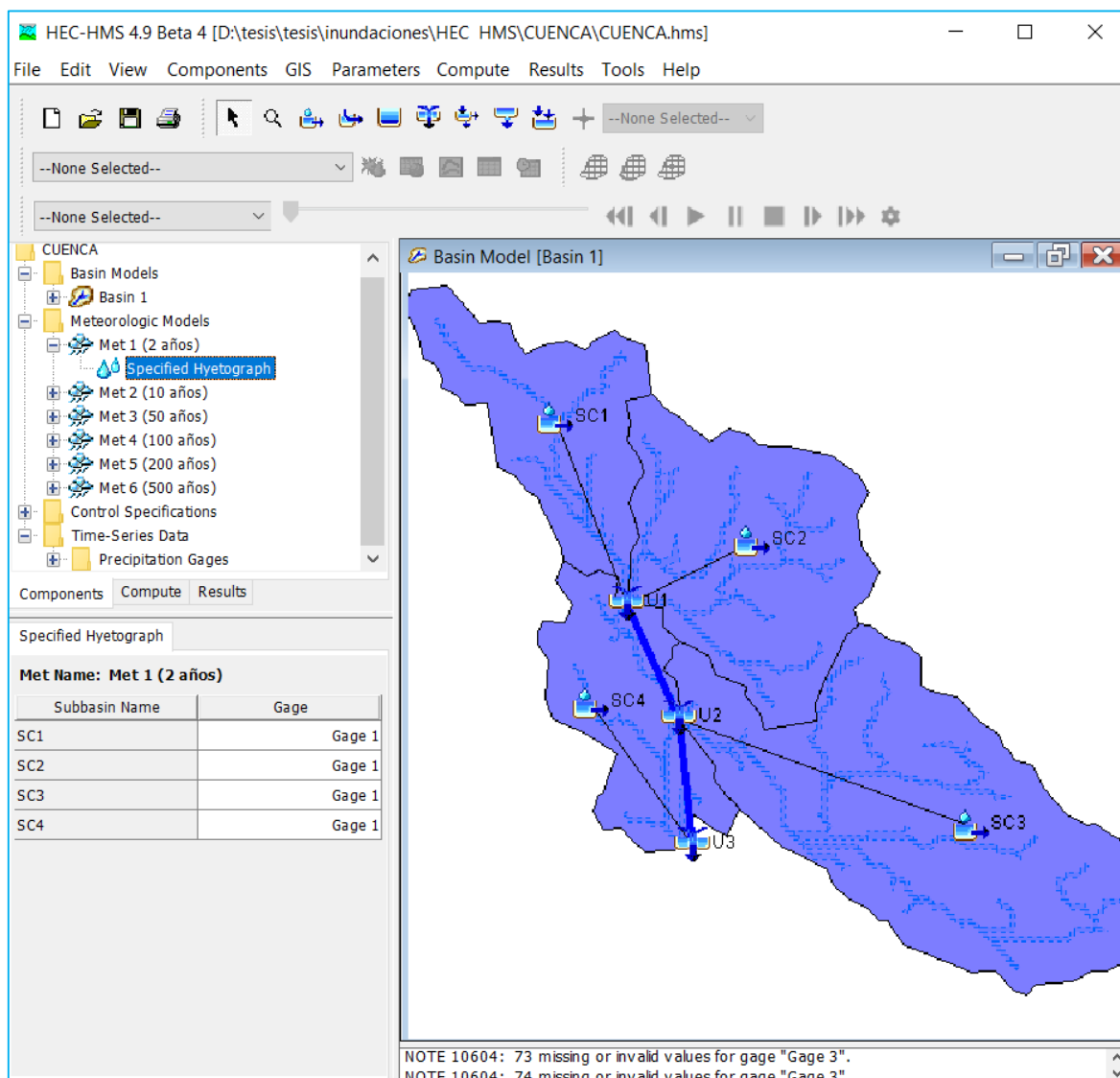


Nota. Elaboración Propia

Luego asignamos los controles de los modelos meteorológicos para cada periodo de diseño así como se muestra en la figura siguiente.

Figura 59

Asignación de modelos meteorológicos para los diferentes periodos de retorno



Nota. Elaboración Propia

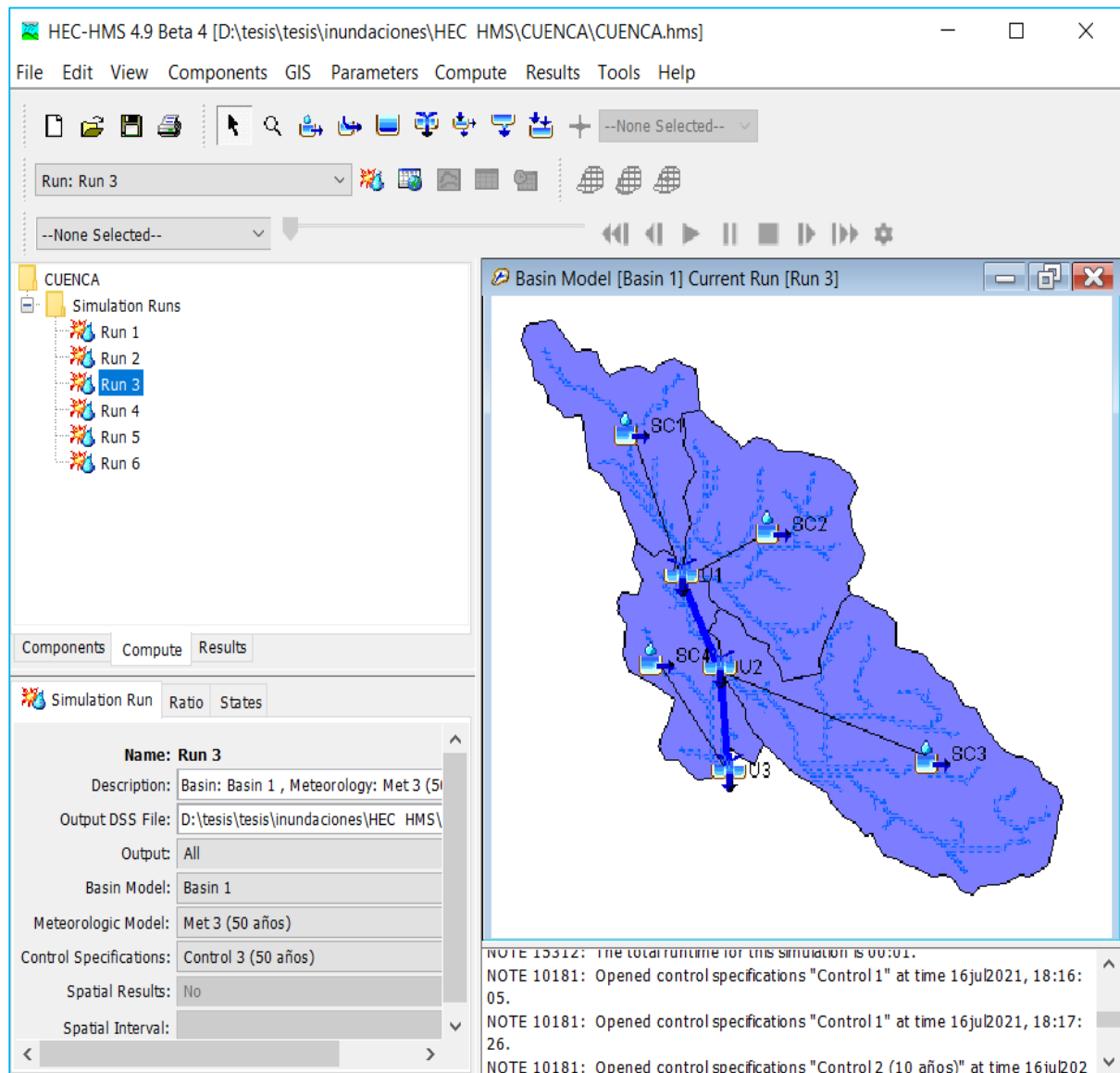
Creando y calculando una corrida de simulación

Defina la simulación. Seleccione Cálculo> Crear cálculo> Ejecutar simulación en la barra de menú. Se abre un cuadro de diálogo para que ingrese el nombre de la simulación. Seleccione el modelo de cuenca, el modelo meteorológico y las especificaciones de control y tamaño que se utilizarán. Se ha agregado una nueva simulación a la pestaña Cálculo del Explorador de cuencas.

Luego, seleccione la simulación en Explorador de cuencas como el pico para ejecutar la simulación y seleccione Calcular y ejecutar cálculo en la barra de menú

Figura 60

Resultados de asignación de control de datos para el corrimiento del programa



Nota. Elaboración Propia

Figura 61

Resultados de para un periodo de retorno de 50 años

Global Summary Results for Run "Run 3"				
Project: CUENCA Simulation Run: Run 3				
Start of Run: 01jul2021, 00:00		Basin Model: Basin 1		
End of Run: 01jul2021, 23:30		Meteorologic Model: Met 3 (50 años)		
Compute Time:16jul2021, 18:21:01		Control Specifications:Control 3 (50 años)		
Show Elements:	All Eleme...	Volume Units:	<input checked="" type="radio"/> MM <input type="radio"/> 1000 M3	Sorting: Hydrolo...
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SC2	1066.49	930.5	01jul2021, 07:00	53.02
SC1	698.85	533.1	01jul2021, 07:30	47.37
U1	1765.34	1461.8	01jul2021, 07:00	50.78
T-A	1765.34	1381.4	01jul2021, 10:00	46.83
SC3	1748.57	1476.1	01jul2021, 08:00	51.30
U2	3513.91	2832.5	01jul2021, 09:00	49.06
T-B	3513.91	2720.4	01jul2021, 12:00	44.91
SC4	586.44	431.2	01jul2021, 08:00	45.39
U3	4100.35	3122.1	01jul2021, 11:30	44.98

Nota. Elaboración Propia

A continuación, tenemos la simulación para una variedad de periodos de retorno corridos en el programa HEC – HMS

Tabla 46

Resultados de simulación con HEC – HMS
para diferentes periodos

RESULTADOS DE SIMULACION DE MODELAMIENTO NUMERO PARA PERIODOS DIFERENTES PERIODOS DE DISEÑO METODO HEC - HMS			
SIMULACION	PERIODOS DE DISEÑO (años)	CAUDAL (m3/SEG.)	Volumen (m3)
1	2	1869.8	111058.3
2	10	2427.1	143951.1
3	50	3122.1	184418
4	100	3224.2	190672.9
5	200	3848.8	226335.3
6	500	4405.8	258102.3

Nota. Elaboración Propia

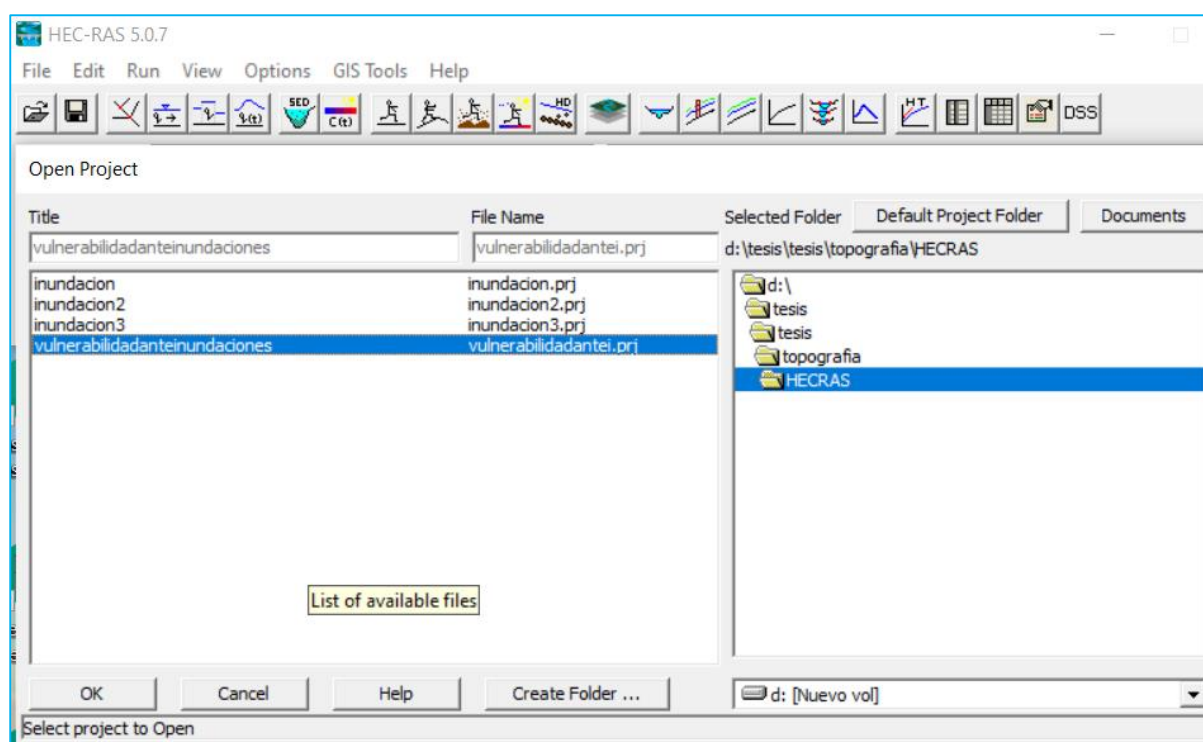
CALCULO DE LA ZONAS DE INUNDABLES.

1. Simulación hidráulica con HEC-RAS (1ra simulación).

Luego, crearemos un proyecto nuevo, primero, seleccionamos el menú File y New Project; en la ventana emergente seleccionamos confirmar la ubicación y luego asignamos un nombre al documento; luego hacemos clic en OK. Seguidamente, configurar el sistema de unidades, seleccionando el menú Options y Unit system (US Customary/SI); en la ventana emergente seleccionar System International (Metric System) y clic en OK.

Figura 62

Creación de nuevo proyecto



Nota. Elaboración Propia

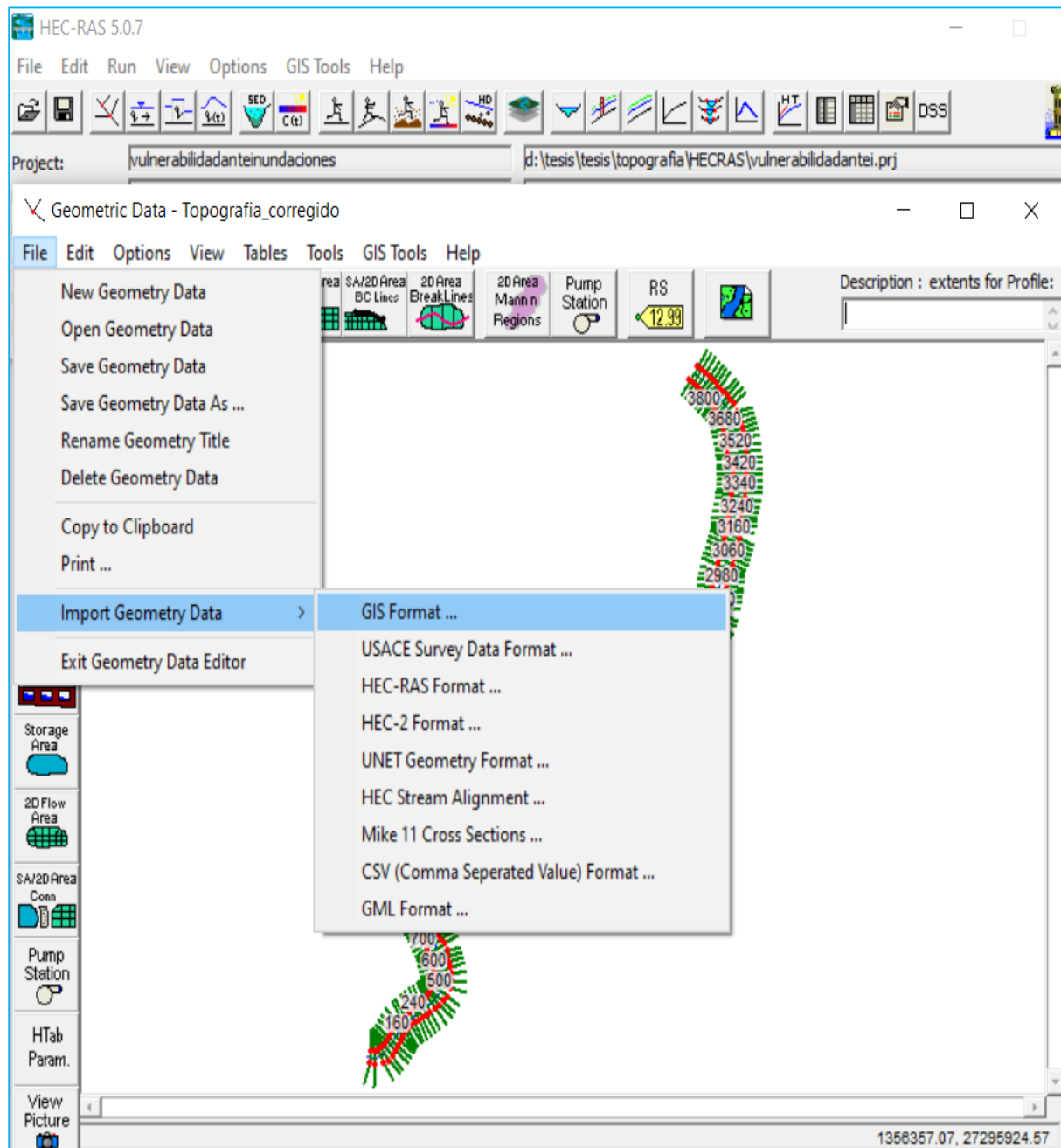
Importación de datos topográficos del civil 3d

Si deseamos importar los datos del levantamiento topográfico modelado en civil 3d a HEC-GeoRAS a HEC-RAS, seleccionamos en la barra de menú Edit y Geometric Data; luego nos dirigimos a la ventana emergente seleccionamos la barra de menú File, Import Geometry Data y GIS Forma; nos dirigirá a una ventana en la que buscamos y seleccionamos el archivo importado de ArcGis, seguidamente seleccionamos las unidades de medida como "Si (metric) units", damos clic en

siguiente y confirmamos que las secciones creadas y los datos del cauce del se hayan importado correctamente en las pestañas “River Reach Stream Lines” y “Cross Sections and IB Nodes” respectivamente y para concluir hacemos clic en el botón “Finished – Import Data”.

Figura 63

Importación de datos topográficos de civil3d

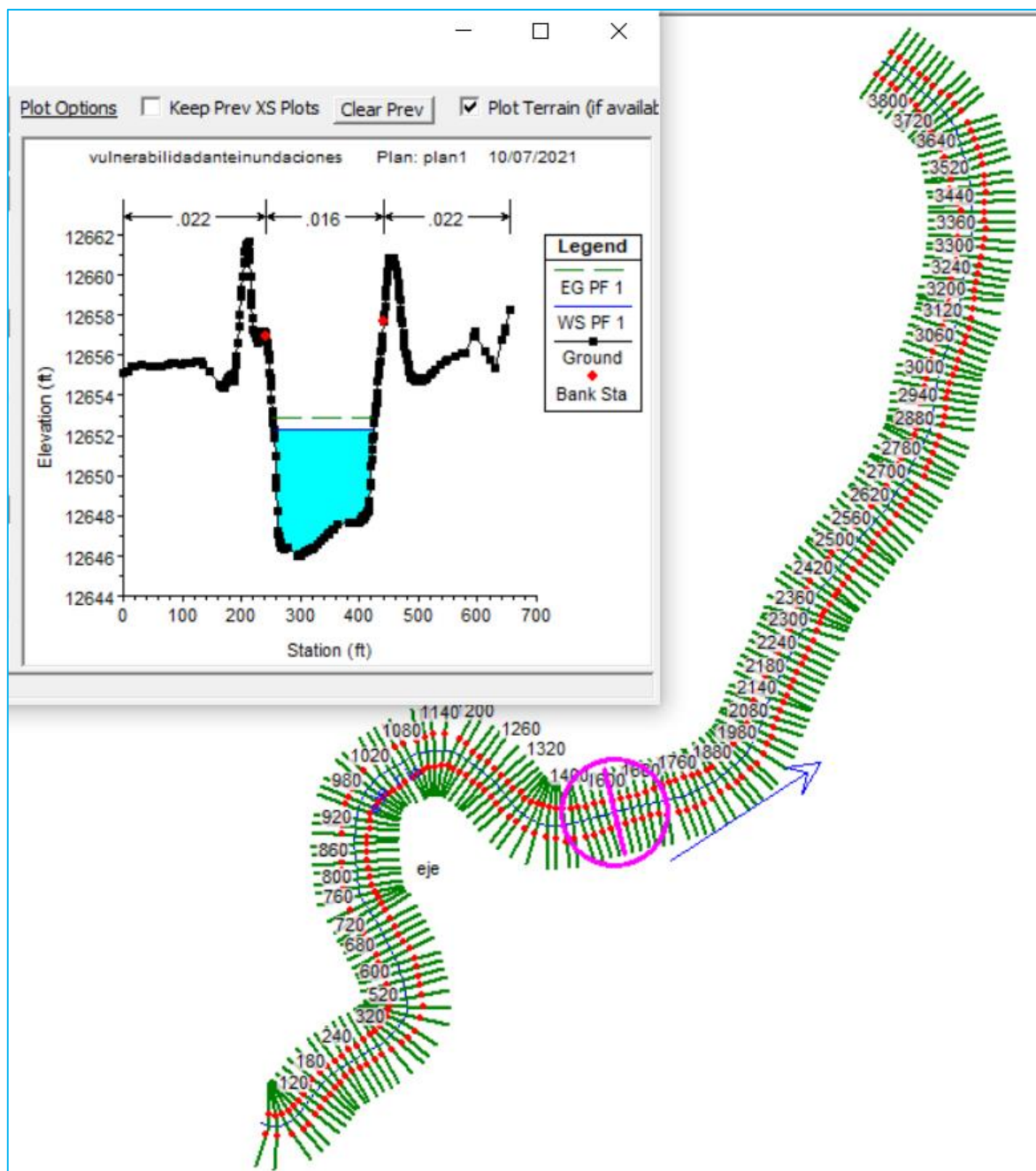


Nota. Elaboración Propia

Seguidamente, se ve una vista de toda a geometría del cauce de estudio, importado en HEC-RAS.

Figura 64

Vista de la sección importada al HecRas



Nota. Elaboración Propia

Luego ingresaremos los valores de los coeficientes de Manning, según la siguiente tabla:

Tabla 47

Coeficientes de Manning

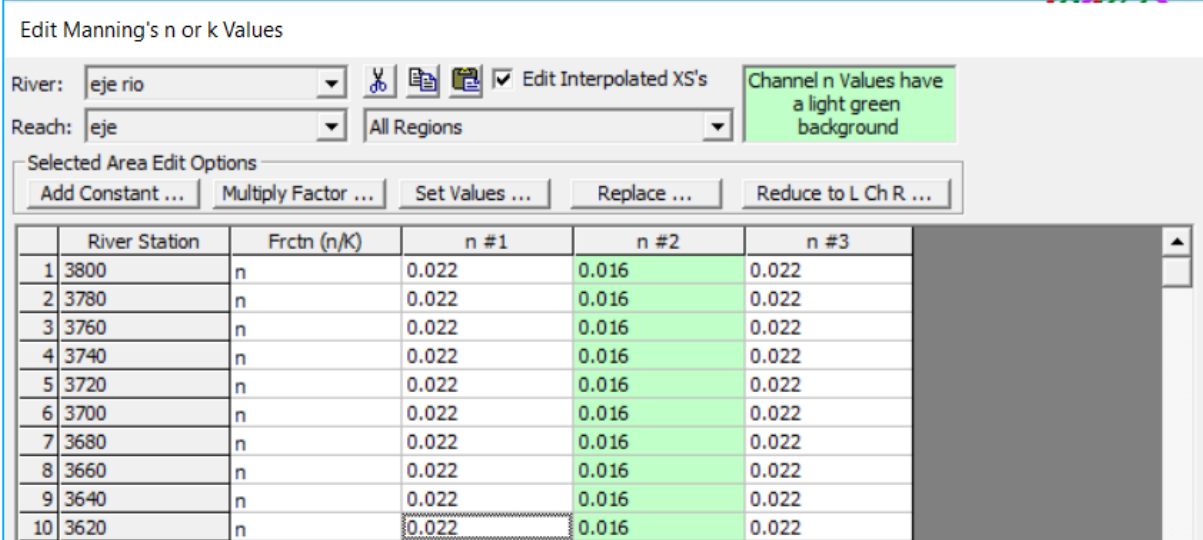
Conductos Abiertos Excavados y de Alineamiento Recto:		
Excavado en:	Calidad Regular	Calidad Buena
Tierra, limpio de vegetación	0.018	0.016
Tierra, con hierba corta y pocas malezas	0.027	0.022
Suelo con alto contenido de grava, limpio	0.025	0.022
Tierra, sección irregular y muchas malezas	0.035	0.030
Tierra, con lados limpios de vegetación y fondo de grava	0.030	0.025
Tierra, con lados limpios de vegetación y fondo de canto rodado	0.035	0.030
Roca lisa y con pocas irregularidades	0.040	0.035
Roca dentada y con muchas irregularidades	0.045	0.040
Canales sin mantenimiento con maleza de la misma altura del agua o mayor	0.120	0.080
Canales sin mantenimiento con fondo limpio y rastrojo y matorrales en los lados. Gastos altos	0.080	0.050
Canales sin mantenimiento con fondo limpio y rastrojo y matorrales en los lados. Gastos bajos	0.110	0.070

Nota: Cuando la calidad de la construcción es mala usar los mayores valores de “n”

Ahora seleccionamos el menú Tables y Manning's n or k values (Horizontally varied; en la ventana emergente se ingresó el dato de 0.022 para Taludes de ambos márgenes ya que presentar terrenos normales con poca presencia de vegetación y 0.016 para el cauce natural del río, este contiene arena fina limpia, como se aprecia en la Figura.

Figura 65

Procesamiento de datos



Edit Manning's n or k Values

River: ☒ Edit Interpolated XS's

Reach:

Channel n Values have a light green background

Selected Area Edit Options

	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	3800	n	0.022	0.016	0.022
2	3780	n	0.022	0.016	0.022
3	3760	n	0.022	0.016	0.022
4	3740	n	0.022	0.016	0.022
5	3720	n	0.022	0.016	0.022
6	3700	n	0.022	0.016	0.022
7	3680	n	0.022	0.016	0.022
8	3660	n	0.022	0.016	0.022
9	3640	n	0.022	0.016	0.022
10	3620	n	0.022	0.016	0.022

Nota. Elaboración Propia

En cuanto a los valores de escala y coeficiente de escala, se decidió mantener los valores predeterminados mostrados en los programas 0.1 y 0.3 respectivamente. Puede ver estos valores seleccionando el menú Tables y Contraction\Expansion Coefficients (Steady Flow).

Introducción del caudal de diseño

En este trabajo de investigación se ha creado una cantidad de seis perfiles en el programa de HEC-RAS que representan la simulación para los seis periodos de retorno. Por lo que en la ventana principal de HEC-RAS seleccionamos en la barra de menú Edit y Steady Flow Data, en la ventana emergente ingresar seis para "Enter/Edit Number of Profiles" continuamos haciendo clic en el botón "Apply Data" esto genera los seis perfiles; luego ingresamos los caudales máximos correspondientes a cada periodo de retorno,

Figura 66

Procesamiento de datos

Steady Flow Data - caudal1

File Options Help

Description :

Enter/Edit Number of Profiles (32000 max):

Locations of Flow Data Changes

River:

Reach: River Sta.:

Flow Change Location				Profile Names and Flow Rates				
	River	Reach	RS	PF 2	PF 3	PF 4	PF 5	PF 6
1	eje rio	eje	3800	256.2	357.8	495.3	608.1	717.6

Edit Steady flow data for the profiles (cfs)

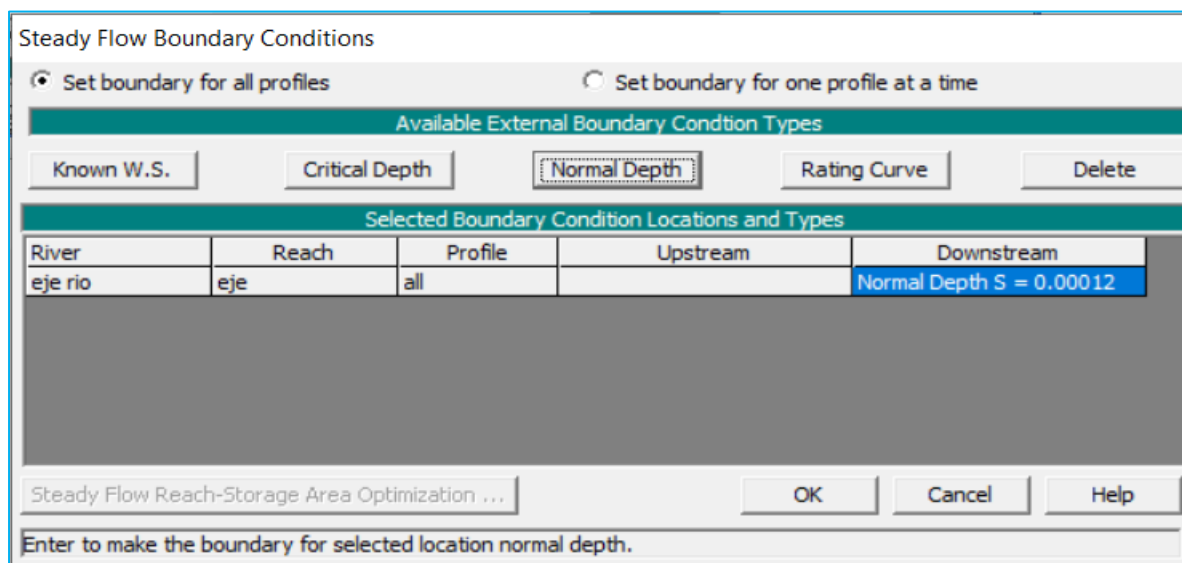
Nota. Elaboración Propia

Las Condiciones de contorno

Ingresa información sobre las condiciones de los límites para cada segmento en el programa HECRAS para establecer los niveles de agua iniciales en ambos extremos del segmento del río (aguas arriba (Upstream) y / o aguas abajo (Downstream)). Depende de la pendiente del río, ya que una ligera pendiente produce un caudal subcrítico y una pendiente pronunciada produce un caudal supercrítico. De manera similar, para las corrientes subcríticas, las condiciones de contorno solo se necesitan aguas abajo. En flujos supercríticos, solo se necesitan en flujos mixtos aguas arriba y en ambos extremos. Los ríos modelados en este estudio tienen una pequeña pendiente, lo que provoca flujos subcríticos, así que haga clic en el botón Lograr condiciones de contorno para ingresar las condiciones de contorno. En la ventana emergente, seleccione la opción Establecer límite en todos los perfiles para asegurarse de que todos los perfiles tengan las mismas condiciones de límite, seleccione la terminal aguas abajo y haga clic en el botón Profundidad normal para ese canal. En el estudio actual, es 0,00012 m / m. Luego haga clic en ok.

Figura 67

Procesamiento de datos



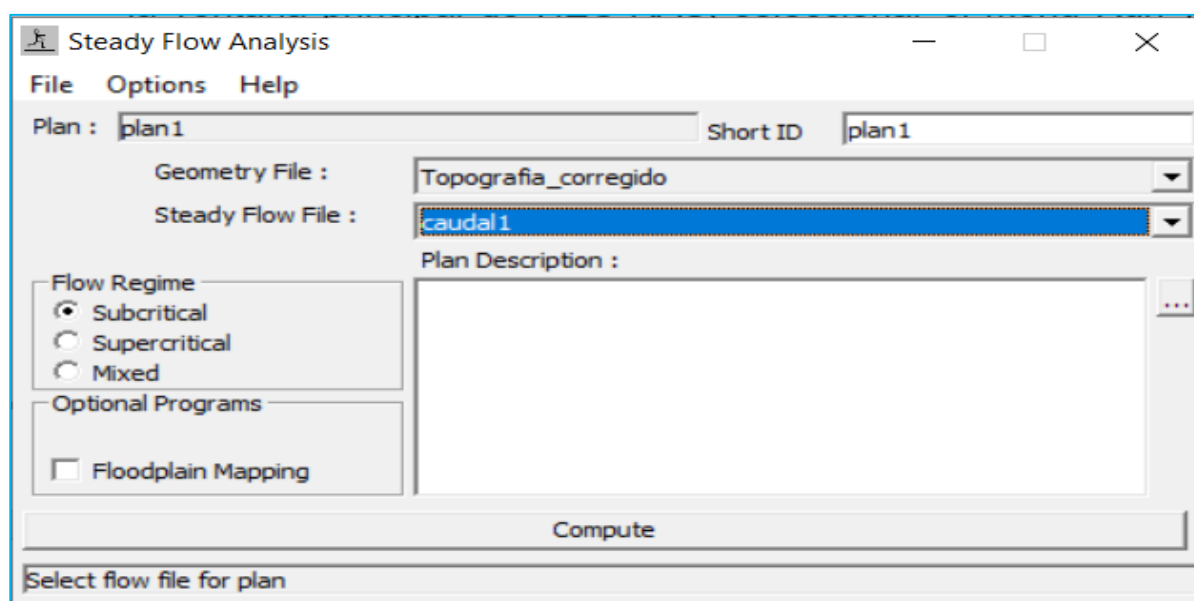
Nota. Elaboración Propia

Ejecución de la modelación hidráulica en HEC-RAS

Para procesar el programa y el modelarlo como flujo permanente, vemos en la ventana principal de HEC-RAS, seleccionamos en la barra de menú Run y Steady Flow Analysis; y posteriormente en la ventana emergente seleccionamos como régimen de flujo “Subcritical” y hacemos clic en el botón “Compute”.

Figura 68

Procesamiento de datos



Nota. Elaboración Propia

Resultados de procesamiento en HEC-RAS

Una vez corrido el programa HEC-RAS, daremos una visualización de los resultados obtenidos, y analizaremos las secciones críticas, para solucionar una alternativa de solución.

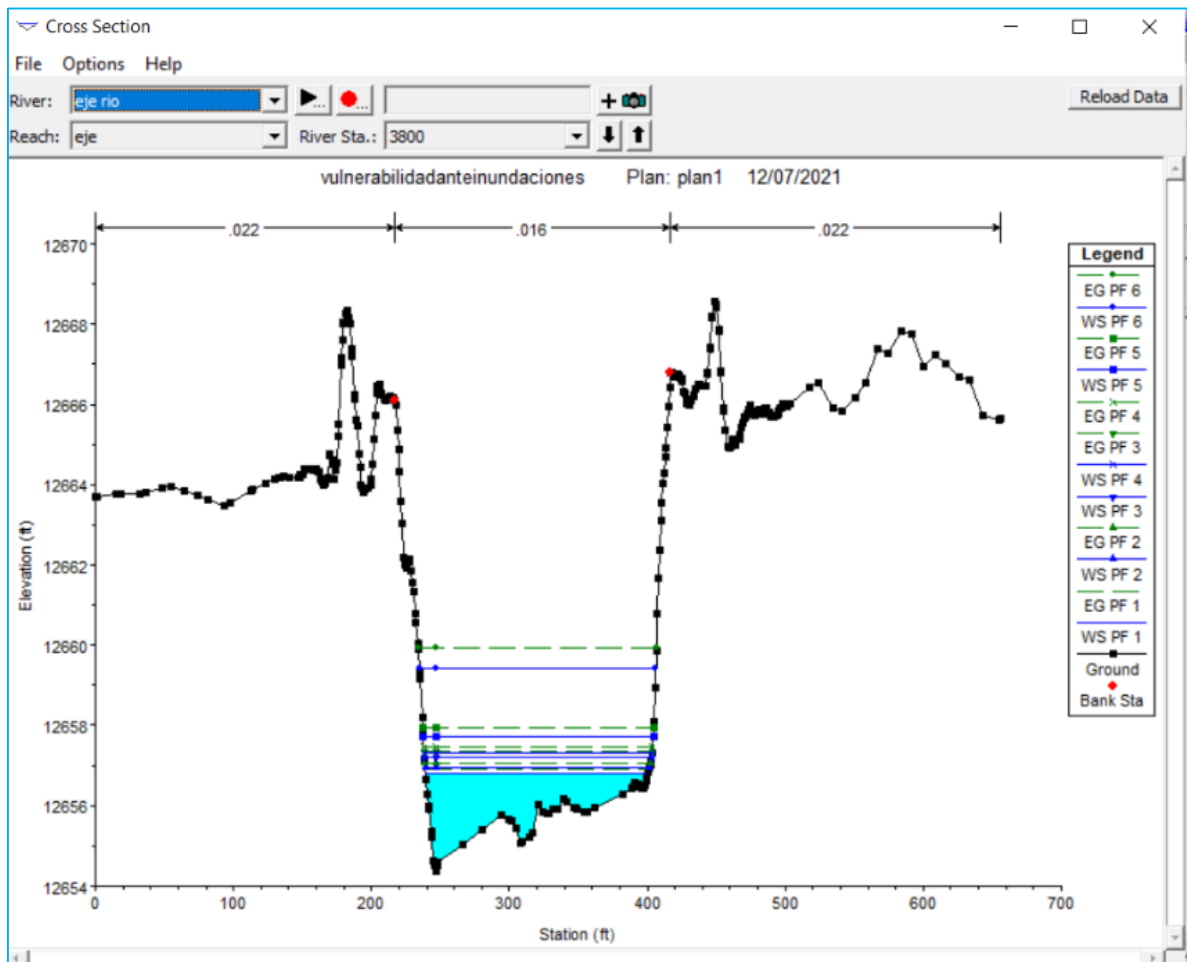
Una vez que el modelo haya completado todos los cálculos, puede ver los resultados. Las opciones de visualización de la ventana principal de HECRAS incluyen:

- Curvas de gasto.
- Secciones transversales.
- Perfiles longitudinales.
- vista de Perspectivas X-Y-Z.
- Resúmenes de los errores, advertencias y notas.
 - Descripción de las secciones que muestra el HEC-RAS.
- Tablas de detalle.

En la imagen en el costado derecho se puede apreciar la leyenda de cada sección estas detallan la localización de los bank (margen derecho y margen izquierdo), Los límites de caudal ineficientes indican terraplenes existentes (defensas fluviales) cuyas secciones transversales se están estudiando, conexiones importantes, niveles de agua subterránea y aguas tranquilas elevadas por energía.

Figura 69

Sección transversal del río

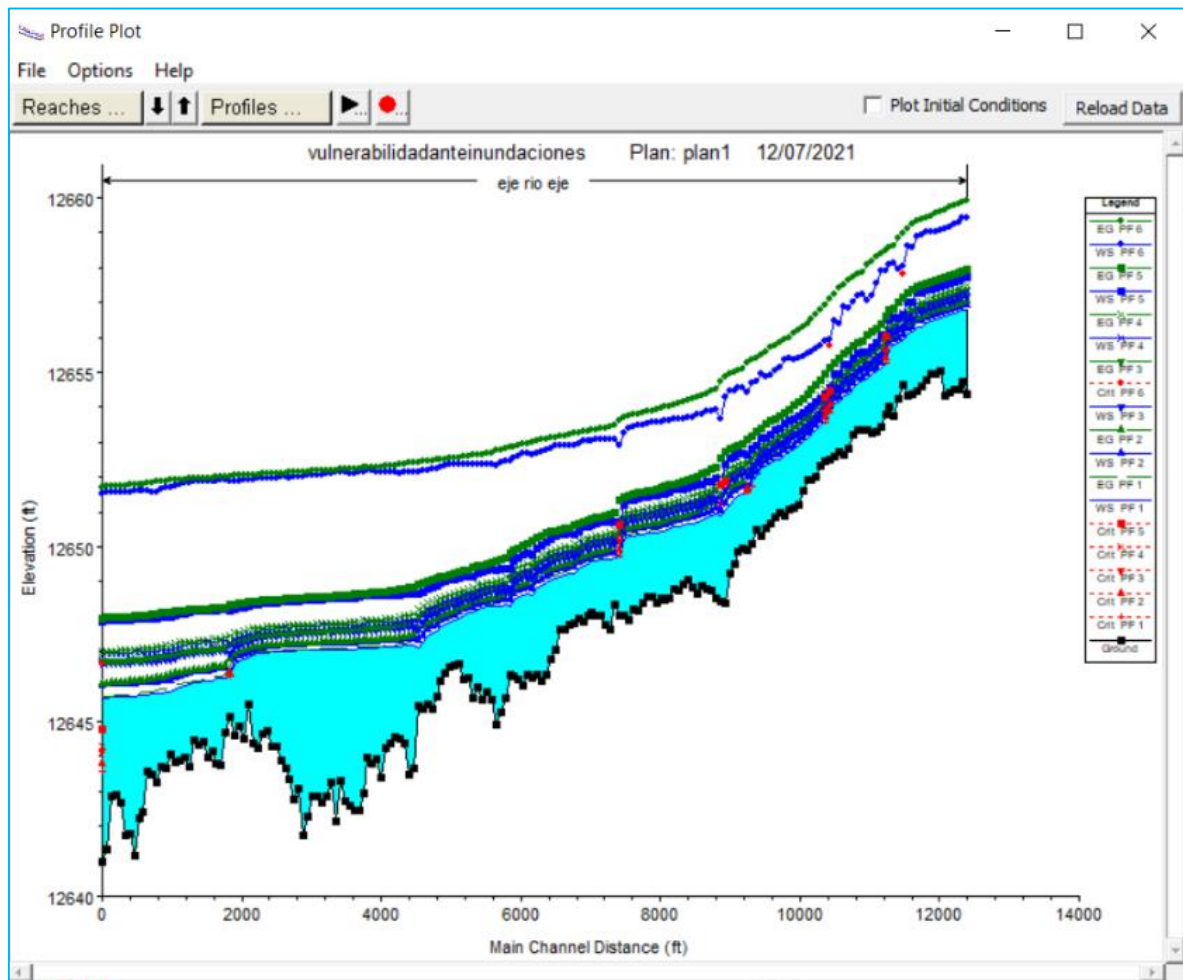


Nota. Propia

En este modelo hidráulico HEC-RAS nos presenta un perfil de agua en cada sección del río. Como se muestran las figuras 70 y 71. Sin embargo en nuestro caso de estudio, este programa nos mostrara una cantidad de 190 secciones y 6 perfiles por cada sección o caudal de diseño.

Figura 70

Perfil longitudinal de río

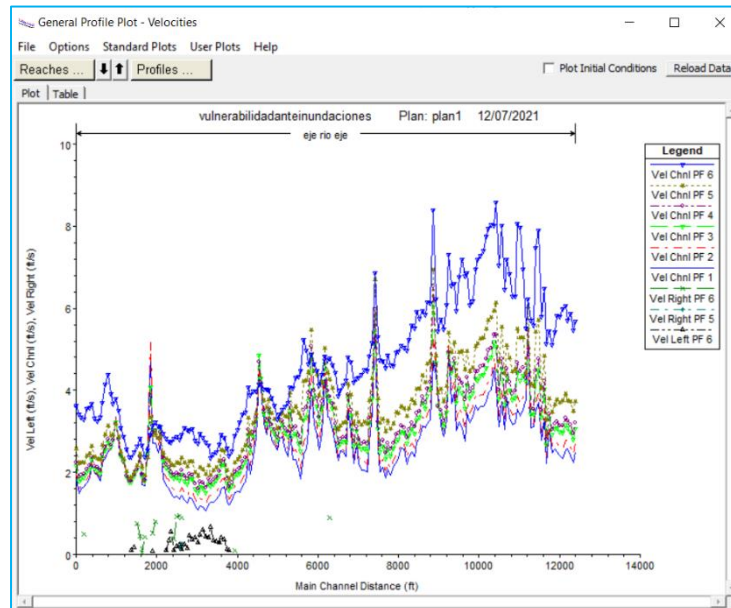


Nota. Propia

Otra de las salidas en las secciones es la velocidad del flujo, que se distingue por colores, Perfil longitudinal del Río Huancané con unos períodos de retorno de 2, 10, 50 ,100 ,200 y 500 años.

Figura 71

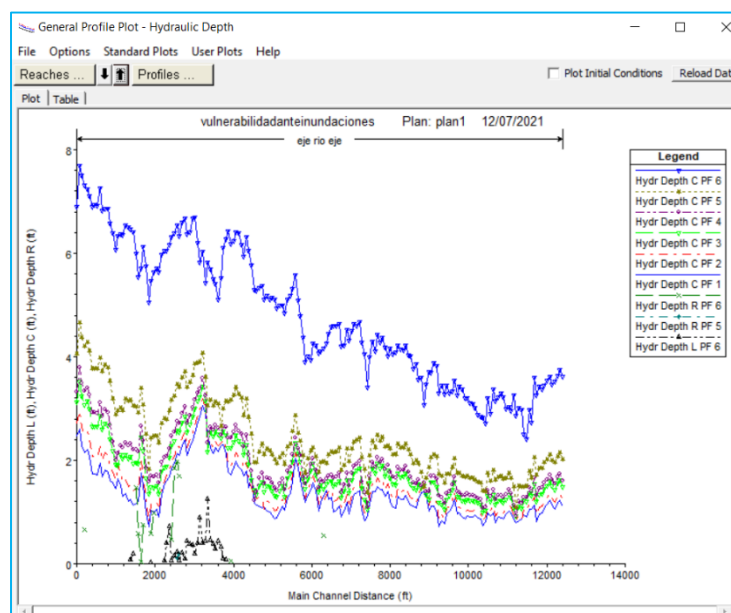
Curva de gasto



Nota. Propia

Figura 72

Curva de gasto

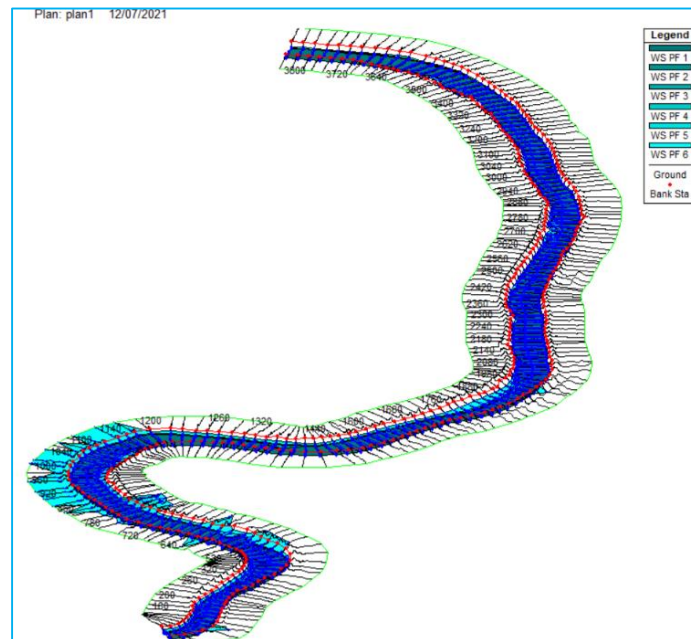


Nota. Elaboración propia

El programa muestra el aumento del nivel del agua como resultado del intervalo de recordatorio.

Figura 73

Vista en perspectiva x,y,z

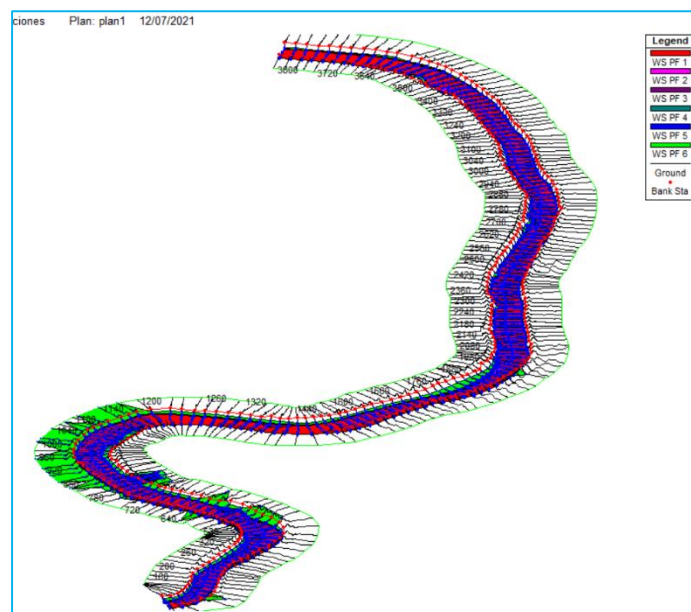


Nota. Propia

A continuación se ve que este grafico que muestra el HEC RAS en perspectiva 3D, el que nos permite visualizar para cada perfil de agua con un color diferente.

Figura 74

Vista en perspectiva por diferentes colores



Nota. Elaboración propia

Los cuadros que HEC-RAS nos muestra las características del perfil hidráulico en cada sección y para cada período de retorno. Para nuestro caso 6 diferentes períodos de retorno. Datos como caudal elevación, velocidad, número de froude, etc.

- Se anexa los resultados en cuadros

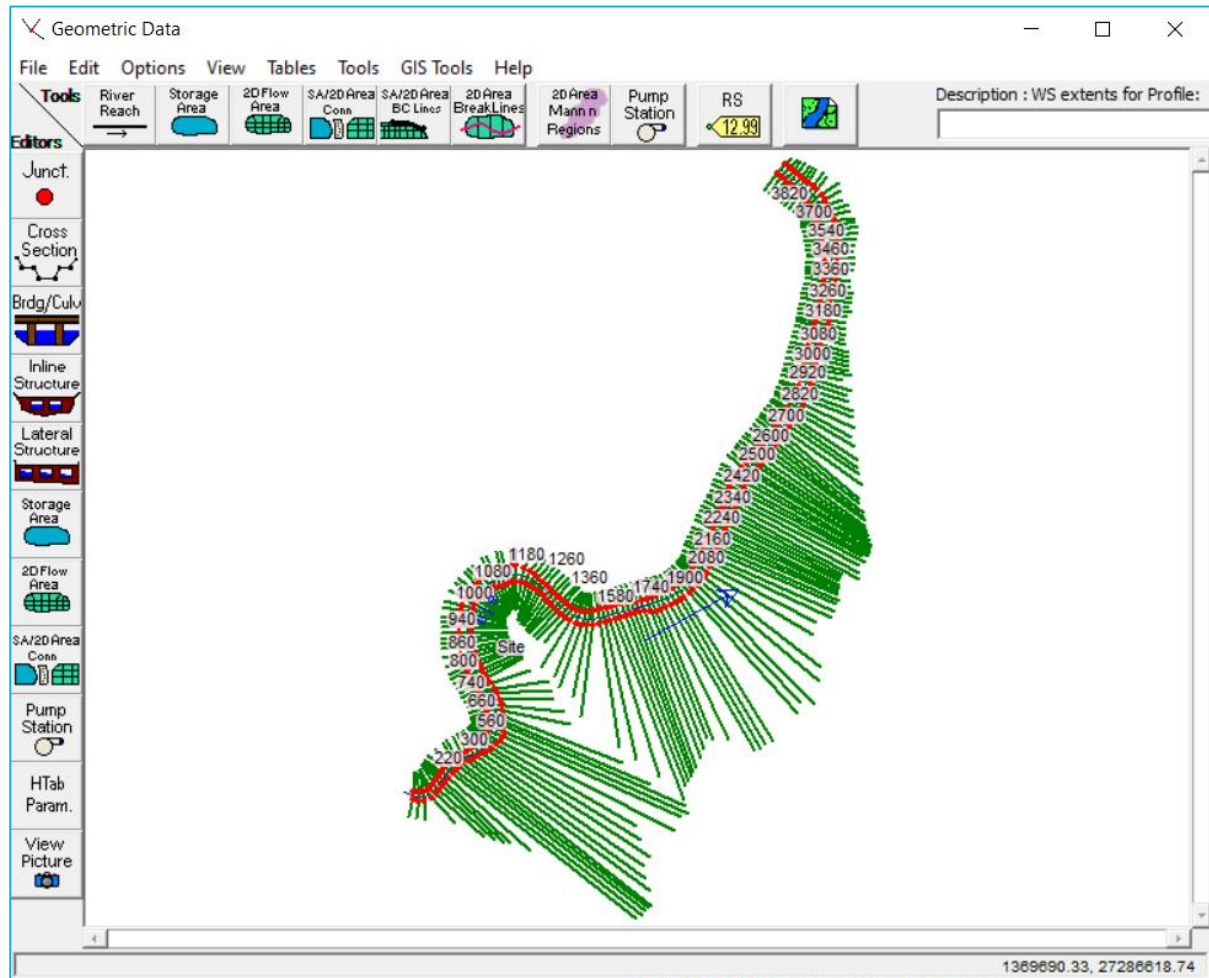
Segunda simulación de inundación con terrenos agrícolas de la parcialidad de Luriata

Importación de datos topográficos del civil 3d

Para importar los datos topográficos del levantamiento topográfico realizado uniendo el río, los terrenos agrícolas, y la topografía de los DEM de alos Palasar (solo área de estudio), y procesado en civil 3d a HEC-GeoRAS a HEC-RAS, seleccionar el menú Edit y Geometric Data; en la ventana emergente seleccionar el menú File, Import Geometry Data y GIS Forma; se abrirá una ventana en la cual buscar y seleccionar el archivo importado de ArcGis para a continuación seleccionar las unidades de medida como “Si (metric) units”, dar clic en siguiente y confirmar que los datos del cauce del río y las secciones creadas se hayan importado correctamente en las pestañas “River Reach Stream Lines” y “Cross Sections and IB Nodes” respectivamente y finalmente clic en el botón “Finished – Import Data”.

Figura 75

Importación de datos topográficos de civil3d



Nota. Elaboración Propia

Asignando nuevamente los coeficientes de Manning's n or k values (Horizontally varied; en la ventana emergente se ingresó el valor de 0.022 para Taludes de ambos márgenes ya que presentar terrenos normales con poca presencia de vegetación por otro lado 0.016 para el río de cauce natural, este contiene arena fina limpia, como se muestra en la Figura.

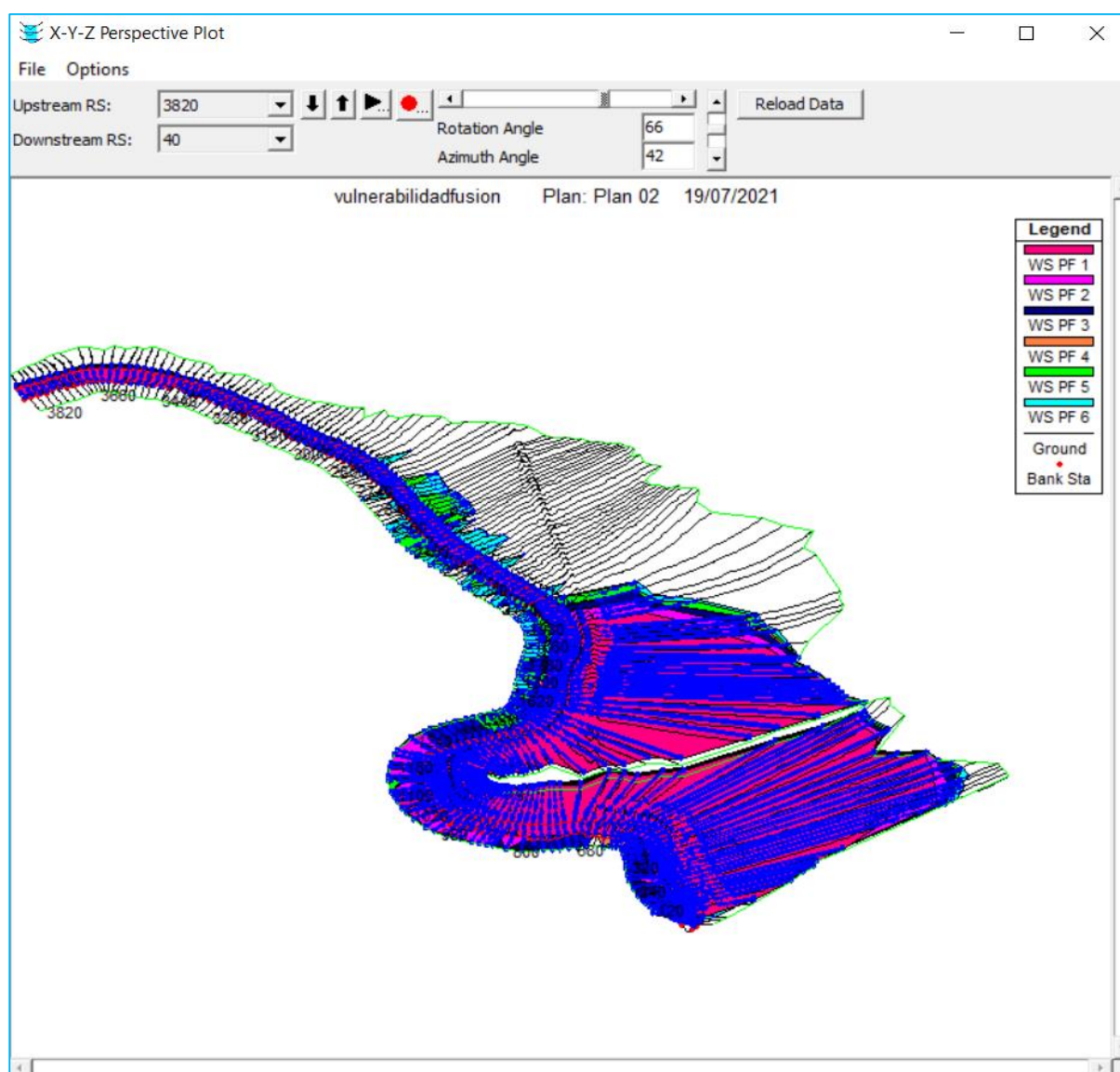
Nuevamente se ha creado seis perfiles en HEC-RAS, que representan la simulación para los seis periodos de retorno considerados. Nos dirigimos en la ventana principal de HEC-RAS seleccionamos en la barra de menú Edit y Steady Flow Data, luego hacemos clic en la ventana emergente para ingresar seis luego en "Enter/Edit Number of Profiles" seguidamente hacemos clic en el botón "Apply Data" para generar seis

perfiles; ingresamos todos los caudales máximos que corresponden a cada periodo de retorno, de la mismo forma colocamos la pendiente del cauce equivalentes a 0.00012, así como se muestra en la primera simulación,

Nuevamente se correr el programa (segunda simulación), y el modelado como flujo permanente, en la ventana principal de HEC-RAS, seleccionamos en la barra de menú Run y Steady Flow Analysis; en la ventana emergente seleccionamos como régimen de flujo “Subcritical” y clic en el botón “Compute”.

Figura 76

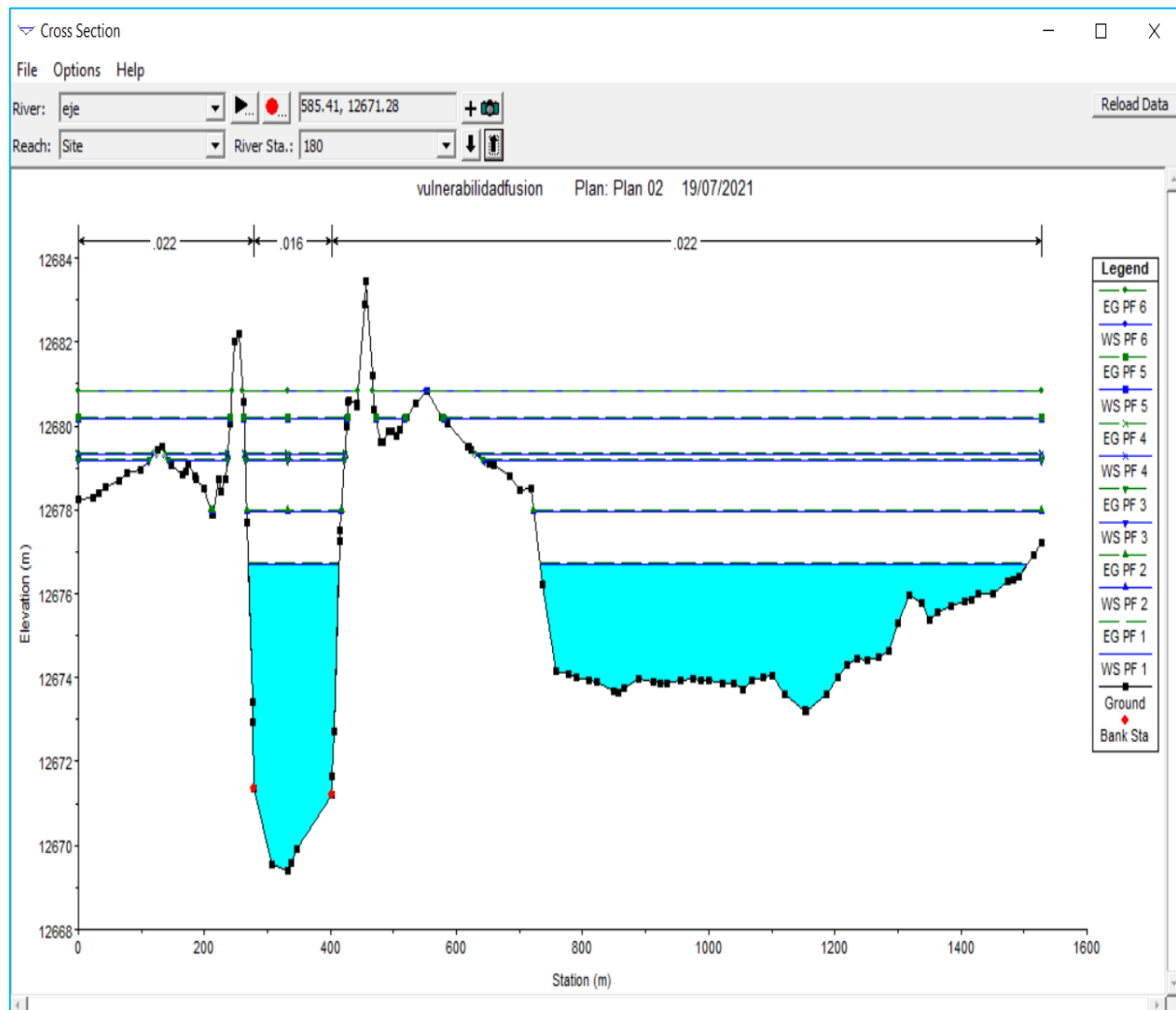
Vista de la inundación topografía cause y terrenos agrícolas



Nota. Elaboración Propia

Figura 77

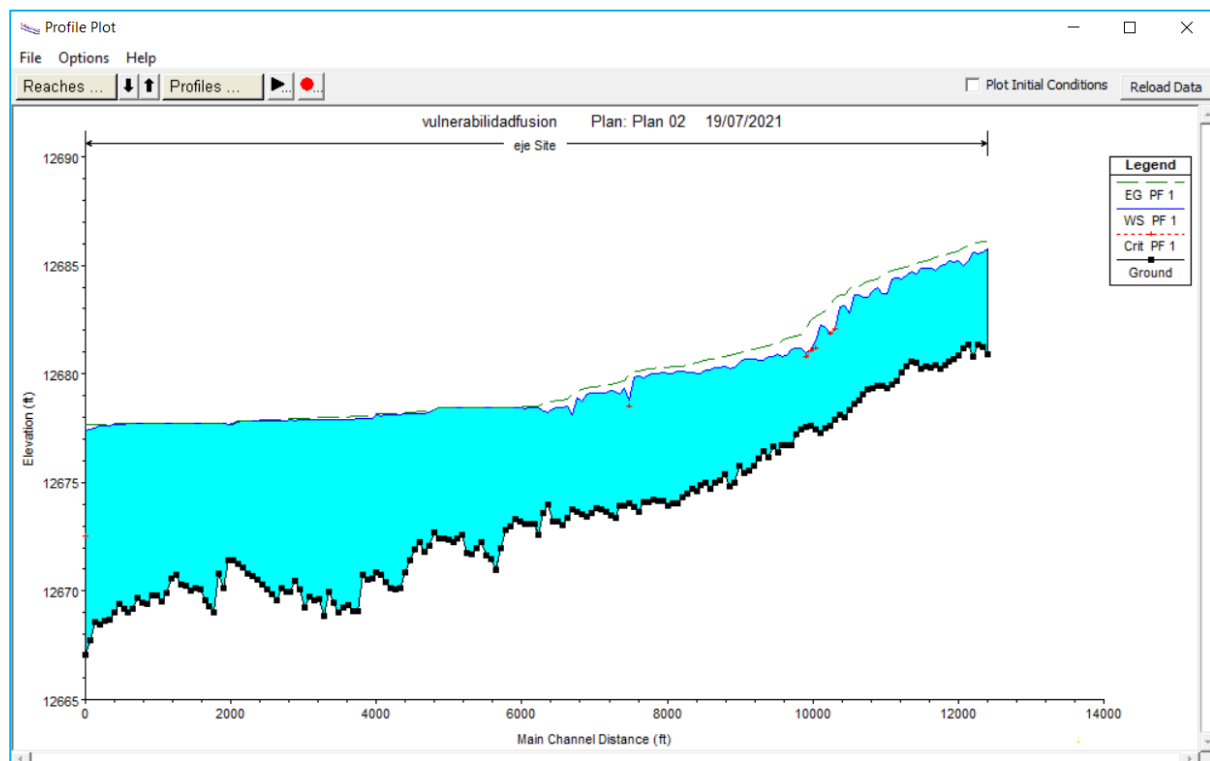
Sección de perfil incluyendo terrenos agrícolas inundados



Nota. Elaboración Propia

Figura 78

Perfil longitudinal de cause principal con máximas avenidas



Nota. Elaboración Propia

Ahora, vemos una vista de toda geometría del cauce importado en HEC-RAS.

2. POST RAS

Este programa POST RAS presenta el proceso de exportar todos los datos obtenidos a un modelo digital de terreno, entonces ejecutamos lo siguiente. Después de realizar el análisis en el HEC-RAS nos dirigimos en la barra de menú, clic en file de la ventana HEC-RAS, luego clic en Hec-ras gisdata, donde el programa nos muestra una ventana de GIS Export ahí definiremos el lugar, en donde guardaremos el archivo, los perfiles que deseamos exportar y finalmente las descripciones que queremos exportar.

Figura 79

Vista para la exportación del HEC-RAS al HEC-GEORAS

GIS Export

Export File:

Reaches and Storage Areas to Export

Reaches (1/1)

Storage Areas (0/0)

Results Export Options

☒ Water Surfaces ☐ Water Surface Extents

Profiles to Export: PF 1

Flow Distribution (only averaged LOB, Chan and ROB values available) Additional Information

☐ Velocity ☐ Ice Thickness (where available)

☐ Shear Stress

☐ Stream Power

Geometry Data Export Options

☒ River (Stream) Centerlines

Cross Section Surface Lines	Additional Properties
<input type="checkbox"/> User Defined Cross Sections (all XS's except Interpolated XS's)	<input type="checkbox"/> Reach Lengths
<input type="checkbox"/> Interpolated Cross Sections	<input type="checkbox"/> Bank Stations (improves velocity, ice, shear and power mapping)
<input checked="" type="radio"/> Entire Cross Section	<input type="checkbox"/> Levees
<input type="radio"/> Channel only	<input type="checkbox"/> Ineffective Areas
	<input type="checkbox"/> Blocked Obstructions
	<input type="checkbox"/> Manning's n

Nota. Elaboración propia

Mapas de inundación con HEC-GEORAS

En este modelo de proceso se grafica de manera digital el terreno y luego importamos todos los datos del Hec ras al ArcGis (Hec-GeoRas).

Luego procedemos a convertir el archivo HEC RAS exportado del formato SDF al formato XLM, después nos dirigimos a la barra de herramientas Hec-geoRas/import ras SDF file donde nos muestra la ventana convert RAS output ASCII to XLM, hacemos doble clic y abrimos el archivo a exportar del HEC-RAS y finalmente clic en ok.

Figura 80

Venta de llamamiento de importación del Hec-Ras al Hec-GeoRas

Layer Setup for HEC-RAS PostProcessing

Analysis Type

☐ Existing Analysis

☒ New Analysis

RAS GIS Export File

Terrain

☒ Single

☐ Multiple

Terrain Type ☒ TIN ☐ GRID

Terrain

DTM Tiles Layer

Output Directory

Geodatabase

Rasterization Cell Size 20 (map units)

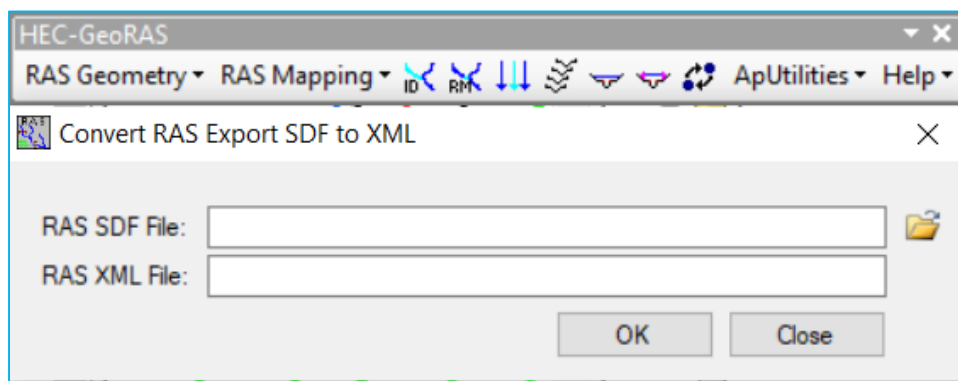
OK Help Cancel

Nota. Elaboración Propia

En esto ejecutamos un análisis de las zonas de inundación, donde realizamos lo siguiente. Nos dirigimos a la barra de herramientas HECGEO RAS luego en la pestaña ras mapping/layer setup después hacemos clic y nos mostrara la ventana layer setup for HEC-RAS PostProcessing. Ahí digitamos el nombre del nuevo análisis, y en RAS GIS Export File abrimos el archivo XLM. En el terrain luego seleccionamos single, y en terrain Type después seleccionamos el tipo de archivo TIM, abrimos el archivo TIM de nuestro proyecto y en Output Directory ubicamos el lugar donde vamos a guardar todos los archivos creados por el proyecto y finalmente click en ok.

Figura 81

Venta de conversión

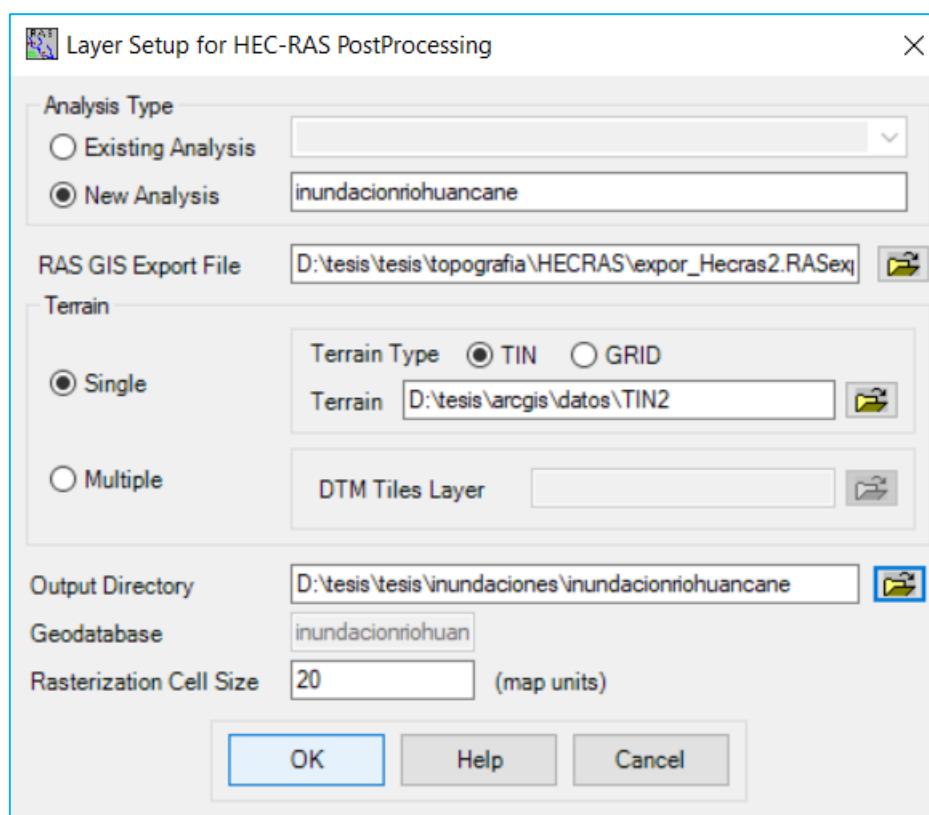


Nota. Elaboración Propia

Vamos a exportar los datos geométricos del cauce del río y las condiciones de borde nos dirigimos en Hec georas/RAS mapping/Read RASGIS Export File y luego enter.

Figura 82

Exportación de datos geométricos del cauce



Nota. Elaboración Propia

ARCGIS es un programa que crea superficies de agua en modelos digitales (MDT) primero nos dirigimos en Hec georas/RAS mapping/Inundation Mapping/Water Surface Generation y enter. Donde nos mostrara la ventana Water Surface TIN seleccionaremos los diferentes perfiles del proyecto. Clic en ok.

Lo que se va a mostrar es la rasterización para ver los niveles de profundidad y el nivel de peligro en nuestra zona de estudio, nos dirigimos a Hec georas/RAS mapping/Inundation Mapping/ Floodplain Delimiation/ GRID Intersection enter. Después vamos a seleccionar todos los perfiles de agua y aparecerán algunas imágenes rasterizadas. El nivel de peligrosidad según las tablas de INDECI que por intensidad de color se visualiza las zonas de mayor peligrosidad

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Se realiza el estudio de mecánica de suelos de los taludes del tramo de estudio, de donde se puede indicar con que tipos de suelos y clasificación de cuentan, siendo lo siguiente:

Tabla 48

Clasificación de suelos.

Calicata	Tipo de suelo	Altura de excavación
C-1	ML	0.00 – 1.50
C-1	CL	1.50 - 3.00
C-2	SP-SM	0.00 – 1.50
C-2	SC-CM	1.50 – 2.50
C-3	CL	0.00 – 1.50
C-3	CL	1.50 – 3.00

Nota. Elaboración Propia y Lab. Geoincosur

- Propiedades físicas de las muestras obtenidas.

CALICATA N° 01

De 0.00 m. a 1.50 m. limo arenoso ligeramente arcilloso, de color marrón claro, en estado semicompacto a compacto, de plasticidad baja o nula, con 22.42 % de contenido de humedad 1.88 % de contenido de gravas, 41.63 % de arena y un 56.49 % de muestra fina que va a pasar el tamiz N° 200.

De 1.50 m. a 3.00 m. Arcilla limosa ligeramente arenosa, de color marrón claro, en estado compacto, de plasticidad media, con 22.09 % de contenido de humedad, 0.029 % de contenido de gravas, 11.54 % de arena y un 88.17 % de material fino que va a pasar el tamiz N° 200, presentando un 19.16 % de limite plástico, 35.27 % de limite líquido y un 16.11 % de índice de plasticidad.

CALICATA N° 02

De 0.00 m. a 1.50 m. Arena mal graduada ligeramente limosa, con un color marrón claro, en estado semicompacto a compacto, de plasticidad nula, con 11.49 % de contenido de humedad, 5.62 % de contenido de gravas, 87.79 % de arena y un 6.59 % de muestra fina que pasa el tamiz N° 200

De 1.50 m. a 2.50 m. Arena arcillosa ligeramente limosa, de color marrón claro, en estado compacto de plasticidad baja, con 6.66 % de contenido de humedad, 1.07 % de contenido de gravas, 54.15 % de arena y un 44.78 % de material fino que pasa el tamiz N° 200, presentando un 14.77 % de limite plástico, 21.41 % de limite líquido y un 6.64 % de índice de plasticidad.

CALICATA N° 03

De 0.00 m. a 2.10 m. Arcilla limosa ligeramente arenosa, de color marrón claro, en estado semicompacto a compacto, de plasticidad baja, con 19.05 % de contenido de humedad, 9.09 % de contenido de gravas, 20.33 % de arena y un 70.58 % de material fino que pasa el tamiz N° 200, presentando un 16.66% de limite plástico, 25.43 % de limite líquido y un 8.77 % de índice de plasticidad.

De 2.10 m. a 3.00 m. Arcilla limosa ligeramente arenosa, de color marrón claro, en estado compacto de plasticidad media, con 21.49 % de contenido de humedad, 0.00 % de contenido de gravas, 22.62 % de arena y un 77.38 % de material fino que pasa la malla N° 200, presentando un 20.70 % de limite plástico, 36.90 % de limite líquido y un 16.20 % de índice de plasticidad.

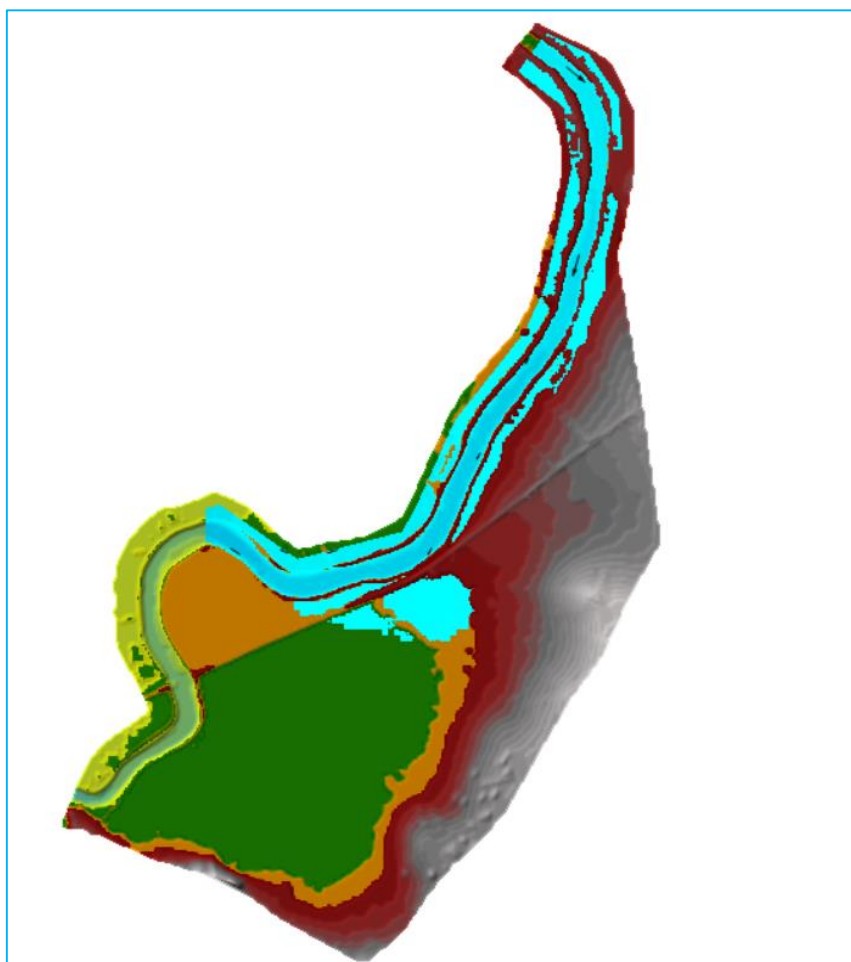
Resultados y opiniones a los estudios de mecánica de suelos

A los estudios de mecánica de suelos realizados, se determina que el material no es propenso a socavaciones considerantes, ya que contiene arcillas y arenas en la parte profunda, y la parte superior es mezcla de arena y arcilla por lo que se tiene que tener cuidado en las avenidas de mayor precipitación para proteger los taludes rivereños, por lo que se propone realizar obras civiles (defensas rivereñas con gaviones y enrocados).

- Inundación inicial.

Figura 83

Inundación inicial simulada en Hec-Ras

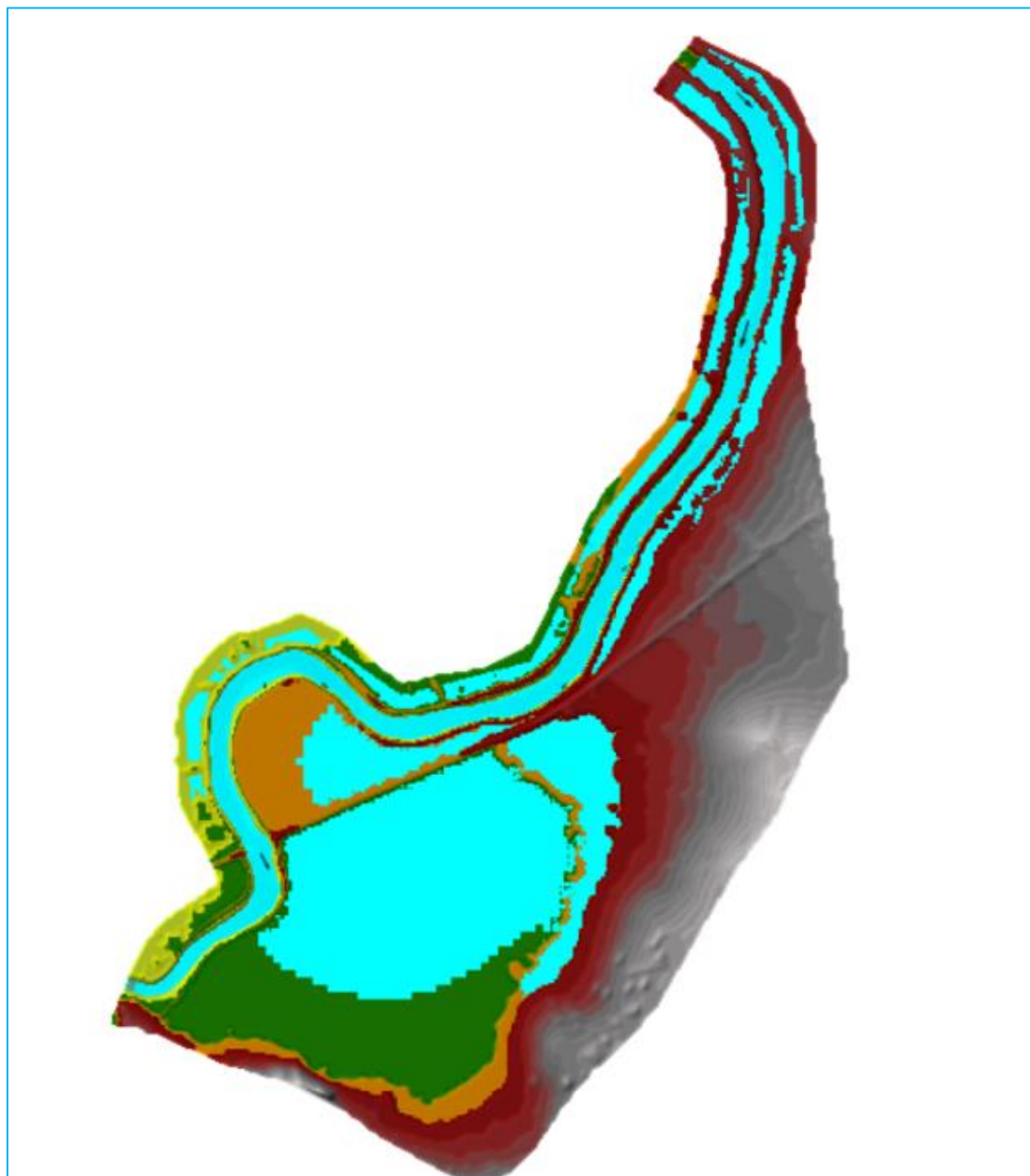


Nota. Elaboración Propia

- Inundación intermedia.

Figura 84

Inundación intermedia simulado en Hec-Ras

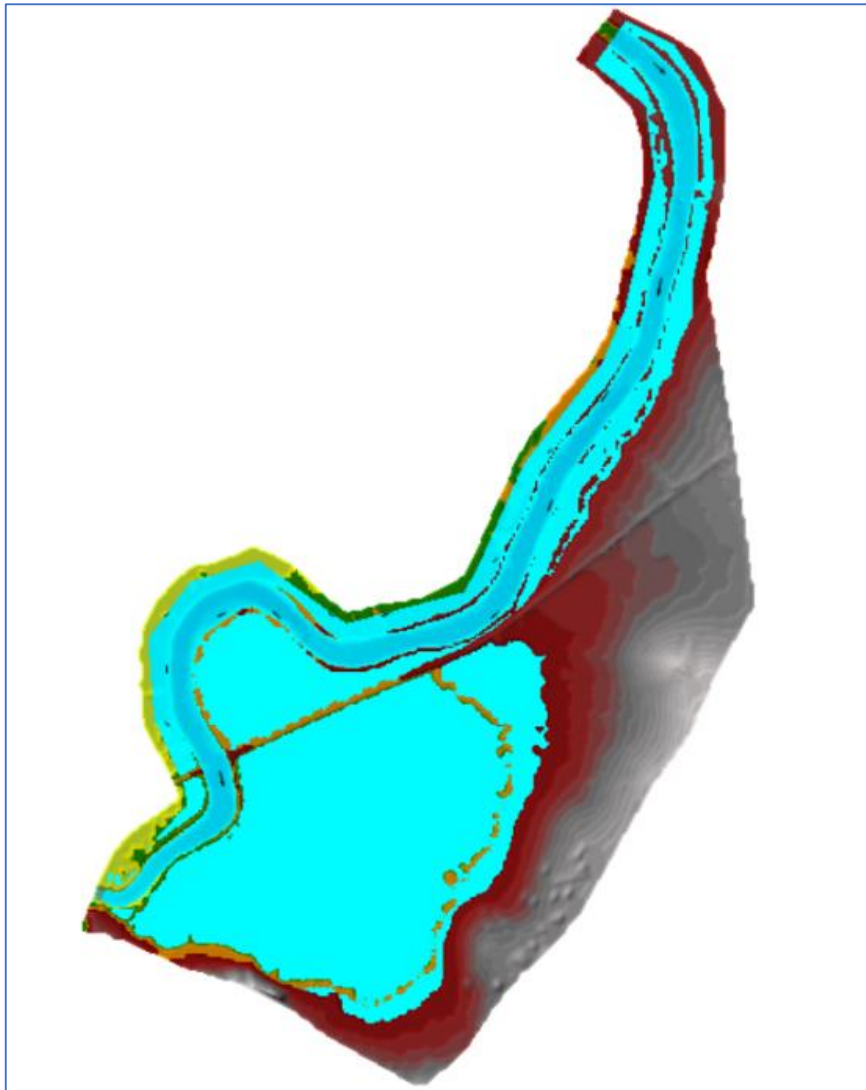


Nota. Elaboración Propia

- Inundación final.

Figura 85

Inundación final simulada en Hec-Ras



Nota. Elaboración Propia

Según propiedades físicas de suelos de los taludes y del cauce a una profundidad de 3 mt., son materiales limo arcillosas (Arcilla limosa ligeramente arenosa), esto según el estudio de suelos. Tiene poca erosión, por lo cual solo será necesario aumentar la altura de la corona con enrocados y material granular limoso y generar un encausamiento para un evento de máximas avenidas a un periodo de retorno de 50, 100 hasta 500 años.

Calculo estructural de Dique: Profundidad de uña, se calcula mediante la siguiente formula:

$$P_{uña} = FS * H_s$$

Donde:

- Profundidad de socavación (H_s) = 0.70 m.
- Factor de seguridad (F.S.) = 1.5
- Aplicando la formula tenemos que la profundidad de la uña será

$$P_{uña} = 1.50 \text{ m.}$$

Figura 86

Profundidad de uña

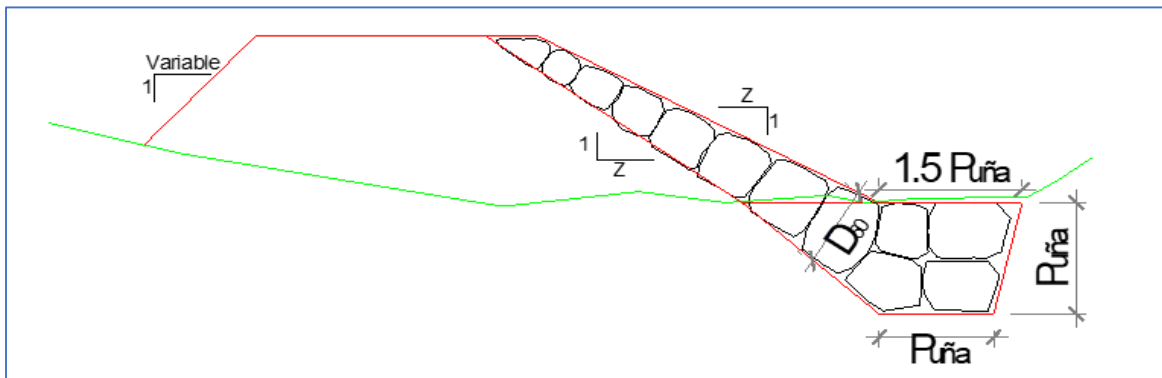
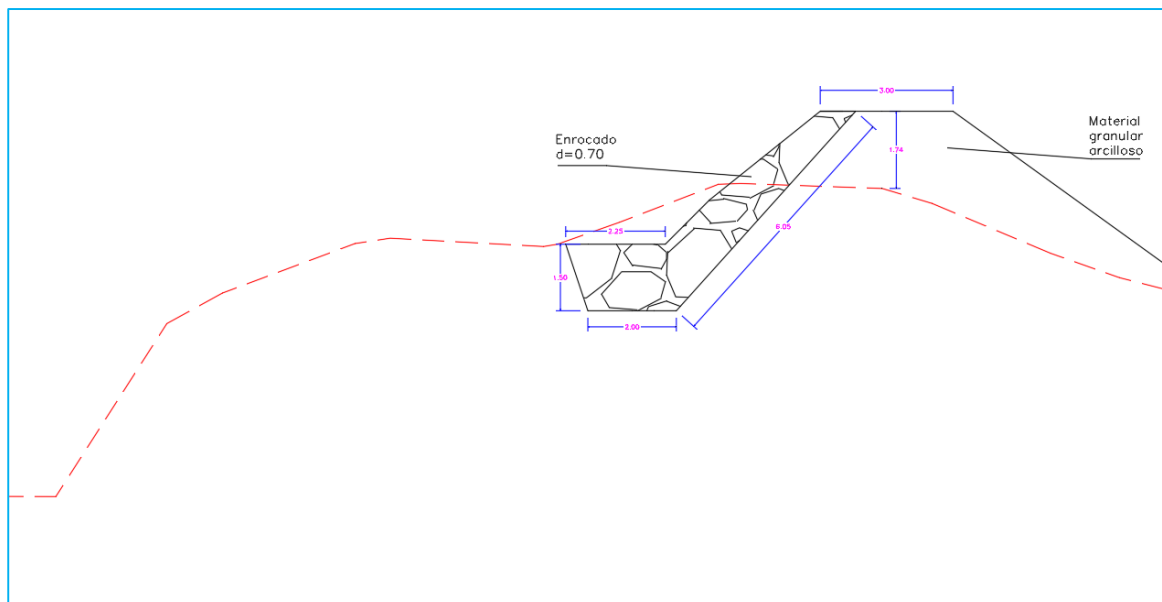


Figura 87

Sección propuesta de defensa ribereña de río.



V DISCUCION.

DISCUSIÓN N° 01

De los resultados obtenidos existe, zonas vulnerables que tienen que protegerse con defensas rivereñas, de los trabajos de campo y visualizaciones topográficas realizadas se identifican zonas de las mismas defensas naturales colapsadas en la parte superior de la corona los cuales tienen que ser corregidas y reparadas y no esperar que ocurra un evento de gran magnitud.

DISCUSIÓN N° 02

La cantidad de terrenos a inundarse en un supuesto colapso de las defensas rivereñas vendría a ser los terrenos agrícolas de la parcialidad de Luriata, el cual afectaría en 120 ha. Afectando considerablemente la economía del agricultor de la zona.

DISCUSIÓN N° 03

Según a los estudios realizado. Para el diseño estructural y protección de las defensas rivereñas se escoge para la protección con diques con enrocados y material arcilloso granular, ya que presentan un menor costo en la protección de defensas rivereñas, teniéndose canteras en el capital del mismo distrito el cual se encuentra a unos 2 km de distancia.

VI CONCLUSIONES

CONCLUSION N° 01

Los datos requeridos para los estudios hidrológicos y del modelamiento de inundaciones son los siguientes: Parámetros hidrológicos, estos dependen de los datos recopilados en el área de estudio, sean topografía, modelo digital de elevaciones (DEMS), datos históricos de precipitaciones (datos de los Pluviómetros del SHENAMI ubicados dentro del ámbito de estudio o cercanas), entre otros; El método utilizado para calcular las intensidades máximas es por (regresión de Gumbel por el método de valores extremos); Para el cálculo de las de los coeficientes de escurrimiento se utiliza tablas y se asignó valores según a la zona de estudio, con el que se calcula caudales máximo mediante los métodos de método racional y método HEC - HMS utilizando los valores de este último. $Q = 3,122.1 \text{ m}^3 / \text{seg}$, con una probabilidad de 50 años, mostrando un incremento anual, creando la posibilidad de una mayor área sujeta a inundaciones, y una propuesta específica para la instalación de diques combinadas con enrocados y rellenos con materiales cohesivos. Orilla defensiva del río con una altura de muro superior a la que pueden alcanzar las avenidas.

CONCLUSION N° 02

Se concluye que la capacidad de carga calculada para el diseño del proyecto propuesto (defensa riverena), según la profundidad de cimentación y parámetros geométricos para la construcción de la cimentación de la estructura es:

Tabla 49

Capacidad Portante

Profundidad de Cimentación (Df)	Ancho de la Cimentación (B)	Sector Tumanta Jinchuyo C-1	Sector Casajavira C-2	Sector Keachi C-3
		Qadm (Kg/cm ²)	Qadm (Kg/cm ²)	Qadm (Kg/cm ²)
2.00 m.	2.00 m.	1.02	0.97	0.84
2.00 m.	2.50 m.	1.04	0.98	0.85
2.00 m.	3.00 m.	1.00	1.00	0.00
2.50 m.	2.00 m.	1.23	1.16	1.00

2.50 m.	2.50 m.	1.25	1.18	1.02
2.50 m.	3.00 m.	1.26	1.19	1.03
3.00 m.	2.00 m.	1.43	1.36	1.17
3.00 m.	2.50 m.	1.45	1.37	1.18
3.00 m.	3.00 m.	1.47	1.39	1.20
3.50 m.	2.00 m.	1.64	1.55	1.34
3.50 m.	2.50 m.	1.68	1.57	1.35
3.50 m.	3.00 m.	1.67	1.58	1.36

CONCLUSION N° 03

Para la determinación de los modelamientos de inundaciones se utilizó el programa HEC-RAS realizando los modelamientos con todos los datos obtenidos y creando un modelo preciso. En este modelo, los criterios se desarrollan cuidadosamente de acuerdo a la topografía de los taludes rivereños de estudio. Esto muestra las partes vulnerables más importantes del sitio donde es probable que ocurran inundaciones. Los resultados obtenidos son progresivos y estos resultados.

CONCLUSION GENERAL

Se utilizó los programas ArcGIS v 10.8 para la determinación de los parámetros hidrológicos, método HEC – HMS v 4.9 para la terminación de caudales máximos y HEC-RAS para determinar los modelos hidráulicos de inundaciones y de esta manera determinar la vulnerabilidad a las inundaciones de tierras agrícolas en el río Huancané. En el programa HEC-RAS v 5.0.7 se realizó el modelado y se detectó sitios que pueden requerir un sistema de defensa rivereñas ante avenidas para periodo máximo de retorno. Toda la investigación. Se propone que la estructura de protección sea del tipo caja de gaviones. Este es el resultado de los resultados obtenidos de cada parámetro estudiado, mejorando la protección existente y así evitar fallas en los taludes rivereños del área estudiada.

VII RECOMENDACIONES

RECOMENDACIÓN N° 01

Con base en las condiciones generales de los deslizamientos de los taludes rivereños a lo largo del tramo de estudio, la MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUANCANE debe tener en cuenta que existen parámetros que afectan los cursos de agua naturales del río. Asimismo, El municipio debe realizar más estudios de ante inundaciones, aguas arriba y aguas abajo, analizar las coronas y defensas rivereñas de los márgenes izquierdo y derecho para restaurar la capacidad del río, y así garantizar la seguridad de los habitantes.

RECOMENDACIÓN N° 02

Se anima a los diseñadores a indicar la vida útil (50 años) del sistema de defensa rivereña y establecer medidas relacionadas con el impacto ambiental antes y después de la implementación del sistema de defensa rivereña.

RECOMENDACIÓN N° 03

Se le recomienda la construcción inmediata de una estructura de defensa rivereña tipo enrocado para salvaguardar los terrenos agrícolas evitando la vulnerabilidad a inundaciones posteriormente

REFERENCIAS

- Omar Darío Cardona A** *EVALUACIÓN DE LA AMENAZA, LA VULNERABILIDAD Y EL RIESGO "Elementos para el Ordenamiento y la Planeación del Desarrollo")*
- Aguilar Aguinaga, Daniel Alverto. 2016.** *Comparación Técnica entre el Uso de Gaviones y Geoceldas como Estructura de Defensa Ribereña.* LIMA: s.n., 2016.
- Álvaro Aguilar, Luther Marcelo Kerimbey y Henríquez Fasanando, Luis Anselmo. 2014.** *Diseño Hidráulico y Estructural de Defensa Ribereña del Río Chicama Tramo Puente Punta Moreno - Pampas de Jaguey Aplicando el Programa River.* TRUJILLO: s.n., 2014
- BARRETO MICHUE, PEDRO MIGUEL. 2013.** *CONSTRUCCIÓN DE DEFENSA RIBEREÑA DE RELAVERAS 1,2 Y 3 EN RIO YAULI PARA EVITAR IMPACTO DEL AGUA.* LIMA: s.n., 2013.
- Bernal Torres, Cesar Augusto. 2006.** *Metodología de la Investigación.* México: PEARSON, 2006.
- BIANCHINI INGENIERO S.A. 2015.** [En línea] 2015.
<https://www.abianchini.es/es/hoy>.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED. 2014.** *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Inundaciones Fluviales.* LIMA : s.n., 2014.
- Diccionario de Arquitectura y Construcción.** [En línea] Parro. [Citado el: 10 de Setiembre de 2016|.] <http://www.parro.com.ar/index.php>.
- Diccionario de la Real Academia Española.** *Diccionario de la lengua española.* [En línea] [Citado el: 28 de Agosto de 2016.] <http://dle.rae.es/?w=diccionario>.
- Egg, Ezequiel Ander. 2011.** *Nociones básicas para la investigación social.* Primera. Cordoba: Brujas, 2011. págs. 42-43. ISBN: 978-987-591-271-7.
- ESPINOZA DURÁN, CARLOS EDUARDO y TAPIA BERZOZA, LEANDRO ENRIQUE. 2013.** *ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES APLICADOS A LAS PRESAS DE TIERRA DEL PROYECTO PACALORI.* CUENCA: s.n., 2013.

GEOTEXAN. 2014. [En línea] 29 de MAYO de 2014. [Citado el: 29 de JUNIO de 2017.]
<https://geotexan.com/instalacion-de-geoceldas-para-proteccion-de-taludes-contra-la-erosion-y-revegetacion-posterior/>.

Hec- Hydrologic Engineering Center. Noviembre, 2006. Hydrological Engineering Center - Geospatial River Analysis System. Estados Unidos: s.n., Noviembre, 2006. Versión 4.0.

HEC-18. February 1993. Evaluating Scour at Bridges. EE.UU: U.S. Department of Transportation, February 1993. Second Edition.

Hernández Sampieri, Roberto, Fernando Collado, Roberto y Baptista Lucio, Pilar. 2014. *Metodología de la investigación*. 4.a ed. México D.F. : MC Graw Hill Education, 2014. ISBN: 970-10-5753-8.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME) Y LA EMPRESA ESTUDIOS Y PROYECTOS TECNICOS INDUSTRIALES S.A. 1987. *MANUAL DE TALUDES*. MADRID: 1a Ed., 1987.

Kerlinger, Fred N. 1975. *Investigación del Comportamiento*. México: Nueva Editorial Interamericana, 1975.

LLUÉN CHERO, WILLY EDUARDO. 2015. *APLICACION DE LA NUEVA HERRAMIENTA HEC - RAS 5.0 PARA CALCULOS BIDIMENSIONALES DEL FLUJO DE AGUA EN RIOS*. BARCELONA: s.n., 2015.

Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. 2012. *Provias*. [En línea] 3 de Enero de 2012. [Citado el: 15 de Setiembre de 2016.]
<http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/octubre/10/RD-20-2011-MTC-14.pdf>.

Maraví Lindo, Alfonso. 2009. *Metodología de la investigación científica*. Lima : Programa Especial de Profesionales a Distancia, 2009.

Maza, J.A. 1967. *Erosión del cauce de un río en el cruce de un puente*. Mexico D.F. : Revista Ingeniería Hidráulica, 1967. Vol. 2 - No 1-2.

Mendoza Castillo. 2014. SlideShare. [En línea] PowerPoint, 8 de Octubre de 2014. [Citado el: 11 de Noviembre de 2016.]
[http://es.slideshare.net/JoseMendozaCastillo/12-instrumentos-de-recoleccion-de-](http://es.slideshare.net/JoseMendozaCastillo/12-instrumentos-de-recoleccion-de)

datos.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2016. *Manual de Ensayo de Materiales* . LIMA : s.n., 2016.

Montoya Orozco, Audini. 2009. *Confiabilidad en Estabilidad de Taludes*. MEXICO D.F. : s.n., 2009.

Namakforoosh, Mohammad Naghi. 2005. *Metodología de la Investigación* . Mexico : LIMUSA S.A., 2005. ISBN: 968-18-55178.

2006. NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS. [En línea] 2006. [Citado el: 14 de JUNIO de 2017.]
<http://cgsservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/747.pdf>.

Ospino Rodriguez, Jairo Alfonso. 2004. *Metodologia de la Investigacion* . Colombia : EDUCC, 004.

PAULET RODRIGUEZ, DANIEL JORGE. 2001. *DEFENSAS RIBEREÑAS CON GAVIONES EN EL NORTE DEL PERÚ*. LIMA : s.n., 2001.

Quispe Alanya, Juan Manuel. 2005. *Diseño De Defensa Ribereña para la Central Chimay - Rio Tulumayo*. Lima : s.n., 2005. RNE- E-050 SUELOS Y CIMENTACIONES. 2010. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES Norma E-050 Suelos y Cimentaciones. Peru, Lima : s.n., 2010.

Rocha Felices, Arturo. 2013. *Introducción a la Hidráulica de las Obras Viales*. [Documento] Lima : ICG, Universidad Nacional Agraria la Molina, 2013. Erosión en pilares y estribos de puentes.

SOLUCIONES PRACTICAS. 2008-2013. [En línea] 2008-2013. [Citado el: 29 de JUNIO de 2017.]
<https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiwxtT9z-UAhWibiYKHQXRDVYQFgguMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.solucionespractic.org.pe%2FDescargar%2F839068%2F2534116&usg=AFQjCNHaX5rmqNoINePvZK9VYXqEF-hEmg>.

Soto Islas, Hugo Eduardo. 2009. *La Aplicacion de Geosintéticos a Terraplenes*. 2009.

Téllez Quintanar, Cecilia. 2012. *Criterios de Análisis de Falla en Bordos de Protección en Ríos*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. MÉXICO: s.n., 2012.

- Valladares Ibarra, Paul David. 2015.** *Estabilidad de Taludes con Anclas*. MEXICO D.F.: s.n., 2015.
- VILCAHUAMÁN BRENIS, IVÁN CARLOS. 2015.** *CONCEPTO DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRE POR HUAICOS EN ICA*. LIMA: s.n., 2015.
- Villon, Máximo. 2002.** *Hidrología*. Cartago, Costa Rica: Villon, 2002. Segunda Edición.
- Takahashi S. 2002).** Design of vertical breakwaters. PHRI reference document nr. 4, p110
- MACCAFERRI (2015).** Marco, et al. A genome-wide association study of resistance to stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. tritici) in a worldwide collection of hexaploid spring wheat (*Triticum aestivum* L.). G3: Genes, Genomes, Genetics, vol. 5, p465
- Freeman, Gary E. and Fischenich, J. (2000).** Craig. Gabions for streambank erosion control. Army Engineer Waterways Experiment Station Vicksburg Ms Engineer Research and Development Center. p9
- Knight, D. and Shamseldin, A. (2005).** River basin modelling for flood risk mitigation. CRC Press, p250
- Jaya, R. (2006).** A textbook of Hydrology. Séptima Edición, Chicago, Estados Unidos. P530
- Fábrega D. (2019).** Evaluation of methods of calculation of concentration times and peak flow in hydrographic basins: case of rio pakora, Panama City, Panama. E-proceedings of the 38th IAHR World Congress. p7. <https://doi:10.3850/38WC092019-1457>
- Américo C. y Miranda D. (2018).** morphometric characterization of the hydrographic basin of jauquara river in the transition between the cerrado and amazon biomes in mato grosso-Brazil, Mato Grosso, Brasil. Rev. Floresta, ISSNElectrónico 1982-4688. P 325-334, <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v49i2.58166>
- Michel Koolhass (2003).** Embalses agrícolas diseño y construcción. Primera edición, Buenos Aires, Argentina. P329
- Soil Conservation Service (1972).** Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil sample, Ed. US Government printing office. P 63
- HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER (2000).** Hydrologic Modeling system, HEC – HMS. User's Manual Version 4.3. U.S. Army Corps of Engineers, Davis. California. p138
- A review of remote sensing in flood assessment por Lin et al. Tianjin:** Fifth International Conference on Agro-Geoinformatics, 2016, pp. 1-4, doi: 10.1109/Agro-Geoinformatics.2016.7577655.

Flood hazards in an urbanizing watershed in Riyadh, Saudi Arabia por Hatim et al. Saudi Arabia, Geomatics, Natural Hazards and Risk, 2016, 7:2, 702-720, DOI: 10.1080/19475705.2014.945101

Publicaciones técnicas de ingeniería por Narciso Arcos [et al.]. México: Obras de protección contra inundaciones, 2018. 75 pp. Editorial Innova

Carrasco, S. (2017). Metodología de la investigación. Lima: San Marcos Palacios, J. C. (2017). Elaboración de proyectos e informes de investigación en ciencias jurídicas.

Lima: San Marcos. Saldarriada, F. (2018). Investigación científica en el campo jurídico. Planes y proyectos. Lima: Mantaro. 99

Lozano, E. (2017). Impacto de las inundaciones en la economía peruana ocasionada por el niño costero 2015 - 2017. Trabajo académico, Carrera de administración. Universidad San Ignacio de Loyola, Perú. P47

ROJAS-PORTOCARRERO. Wendy Karel et al. Percepción de riesgo ante las inundaciones en personas que habitan en zonas vulnerables de Lima, Perú. Rev Cubana Salud Pública [online]. 2019, vol.45, n.2 [citado 2021-02-12], e1190. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662019000200005&lng=es&nrm=iso>. Epub 15-Jul-2019. ISSN 0864-3466.

Malpartida, Ch. (2020). Instalación de los servicios de protección contra inundaciones tramo puente Copesco hasta la desembocadura del río Lucre comunidad Muyna distrito de Lucre, provincia Quispicanchis - Cusco. Tesis de pre grado, Escuela de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú. p50

ANEXOS

VARIABLES DE OPERACIONALIDAD

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
Evaluación de terrenos agrícolas (variable independiente)	(Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - ENEPRED, 2014), se ha Identificado de acuerdos a estudios de peligrosidad y riesgos que se hayan efectuado, a su vez se describe las características generales como la ubicación geográfica, vías de acceso, y otras generalidades importantes de la zona.	Para medir esta variable se elaboró una ficha técnica que fue diseñada de acuerdo a las dimensiones e indicadores que se determinaron en la Investigación.	Parámetros Hidrológicos	Precipitaciones	<i>Pluviómetro registros de indeci</i>	<i>Ordinal</i>
				Coeficiente de Manning	Formulas (1889Robert Manning)	<i>Ordinal</i>
				Humedad Relativa	Studio de suelos	<i>Ordinal</i>
			Parámetros geotécnicos	Angulo De Fricción	Studio de suelos	<i>Ordinal</i>
				Cohesión	Studio de suelos	<i>Ordinal</i>
				Densidad Máxima Y Mínima	Studio de suelos	<i>Ordinal</i>
			Parámetros hidráulicos	Pendiente	Estación total, GPS	<i>Ordinal</i>
				Tipo De Flujo	Modelamiento en le Ec - Ras	<i>Ordinal</i>
				Tirante Máximo	Modelamiento en le Ec - Ras	<i>Ordinal</i>

VARIABLES DE OPERACIONALIDAD

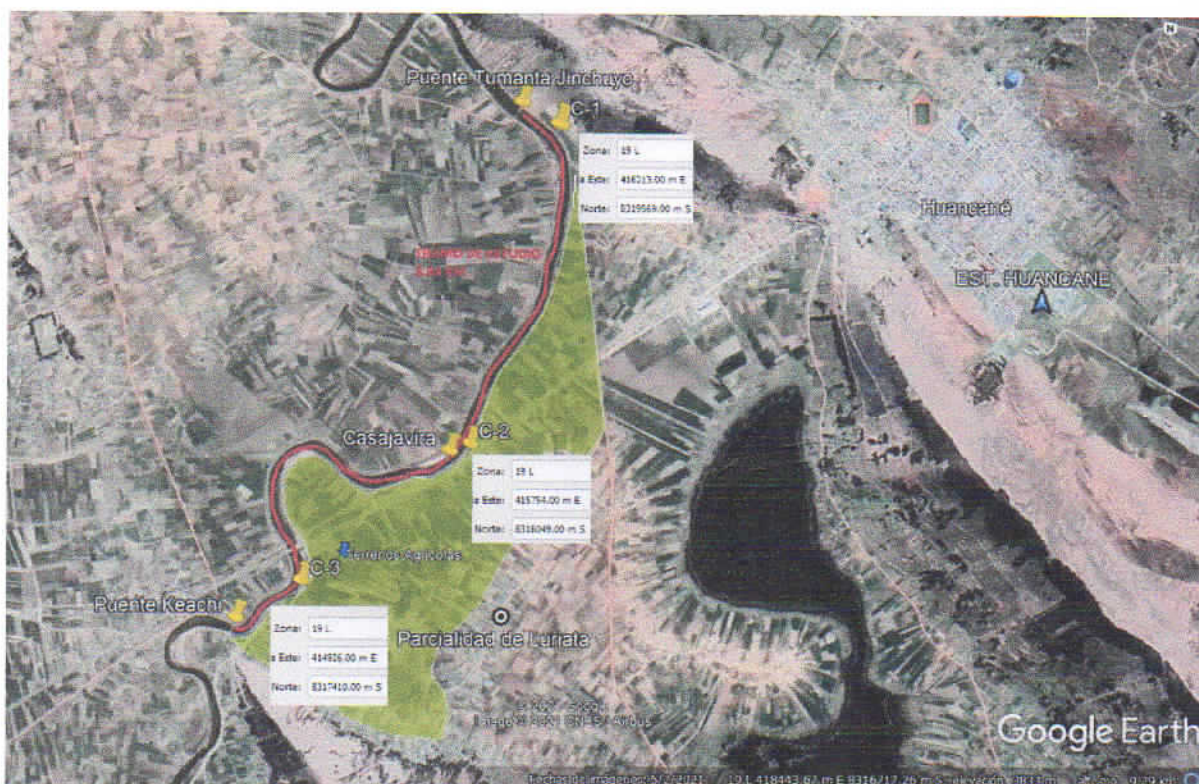
<i>variable</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Definición operacional</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Instrumento</i>	<i>Escala de medición</i>
Vulnerabilidad ante inundaciones (variable dependiente)	Vulnerabilidad puede entenderse, entonces, como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas, y por lo tanto su evaluación contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo mediante interacciones del elemento susceptible con el ambiente peligroso. (Omar Darío Cardona A.)	Para medir esta variable se diseñó una tabla técnica de acuerdo con las dimensiones e índices definidos por el estudio	Vulnerabilidad física	Tipo de Material usado en vivienda	Ficha de recolección de datos	Ordinal
				Ubicación de la Vivienda	Ficha de recolección de datos	Ordinal
				Característica Geológica	Estudios topográficos	Ordinal
				Normas Pertinentes	Decretos supremos	Ordinal

ESTRUCTURA DE LA MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TITULO : "EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANÉ DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA HUANCANÉ - PUNO"					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	DIMENCIONES (B)	INDICADOR (C)	METODOLOGIA
<p>¿Como Evaluar terrenos agrícolas para determinar la vulnerabilidad ante inundaciones del rio huancané de la parcialidad luriata, provincia huancané - puno?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>a.¿Cómo identificar las zonas más vulnerables ante el desbordamiento del rio Huancané?</p> <p>b.¿Cómo identificar los diferentes modelos para contrarrestar la vulnerabilidad a inundaciones?</p> <p>c.¿Cómo identificar las alternativas de solución ante Las inundaciones?</p> <p>d.¿Qué software nos ayudarían a</p>	<p>Identificar todas aquellas zonas vulnerables e indefensas ante algún desbordamiento e inundación del rio Huancané, en la provincia de Huancané.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>a.- Identificar los diferentes modelos o software que se adecuan a las características de la zona vulnerables de inundaciones</p> <p>b.- Proponer medios y alternativas de solución en las zonas vulnerables a inundaciones</p> <p>c.- Analizar qué tipo de simuladores o software aportan a la prevención de desbordes e inundaciones provocadas por el rio Huancané.</p>	<p>¿Es posible identificar las zonas vulnerables ante inundaciones y así lograr resolver los problemas de la localidad?</p> <p>Hipótesis específicas.</p> <p>a.Se logrará identificar los modelos adecuados a las zonas vulnerables a inundaciones.</p> <p>b.Mediante las medidas de prevención nos permitirá atenuar los desbordes.</p>	HIDROLOGIA	PRESIPITACION MAXIMA DIARIAS (mm)	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo de Investigacio: Aplica no Experimental, Descriptivo</p> <p>Pobalcion: Localidad de Parcialidad Luriata</p> <p>Muestra: rio huancane</p> <p>Muestreo: No Probalistico</p>
				AREA DE LA CUENCA (km2)	
				CAUDAL MAXIMO (m3/s)	
				PENDIENTE DEL RIO (m/m)	
				SECCION DEL RIO (m2)	
			HIDRAULICA E HIDRAULICA PLUVIAL	TIRANTE MAXIMO DE AGUA (m)	
				VELOCIDAD (m/s)	
				DIAMETRO MEDIO (mm)	
				PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (m)	

INFORME ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

PROYECTO:

"EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO"



REALIZADO POR:



SOLICITADO POR: Bach. José David Lipa Ortiz – Bach. Néstor Vilca Jara

UBICACIÓN:

SECTOR: LURIATA

DISTRITO: HUANCANE

PROVINCIA: HUANCANE

REGIÓN: PUNO

JULIO - 2021



Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
O.P. 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Objeto del Estudio
- 1.2. Normatividad
- 1.3. Ubicación del Área en Estudio
- 1.4. Acceso al área de estudio
- 1.5. Condiciones Climáticas

2. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA DE ESTUDIO

- 2.1. Objetivo
- 2.2. Morfología de la Zona
- 2.3. Geología de la Zona
- 2.4. Geodinámica
- 2.5. Sismicidad
 - 2.5.1. Tectónica de Placas
 - 2.5.2. Efecto del Sismo

3. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

- 3.1. Generalidades
- 3.2. Investigación Geotécnica de Campo
- 3.3. Excavación de Calicatas
- 3.4. Ensayo de Laboratorio
 - 3.4.1. Ensayo Estándar
 - 3.4.2. Ensayos Especiales
- 3.5. Clasificación de Suelos
- 3.6. Descripción de la Conformación del Subsuelo del Área de Estudio
- 3.7. Propiedades Físicas y Parámetros de Comportamiento

4. ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN

- 4.1. Tipo y Profundidad de Cimentación
- 4.2. Calculo de la Capacidad de Carga Admisible
- 4.3. Calculo de Asentamientos

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS

ENSAYOS DE LABORATORIO

- Ensayos Estándar.
- Ensayos Especiales.

TRABAJOS DE CAMPO

- Registros de Excavación.

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

PLANOS


 **Geoincosur Ingenieros**
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORIEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

1. INTRODUCCIÓN:

1.1. OBJETO DEL ESTUDIO:

El presente Informe Técnico denominado Estudio de Suelos con Fines de Cimentación tiene por objeto mostrar los trabajos realizados, así como investigar el subsuelo del terreno asignado para el Proyecto de Tesis denominado: "EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO".

Los estudios fueron realizados por medio de trabajos de campo a través de tres pozos de exploración o calicatas "a cielo abierto", ensayos de laboratorio estándar y especiales a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo encontrado en la zona, sus propiedades de resistencia y deformación, trabajos de campo, laboratorio y gabinete en base a los cuales se definieron los perfiles estratigráficos, el tipo y profundidad de la cimentación, Capacidad Portante Admisible, Asentamientos y las recomendaciones generales para la cimentación.

El programa seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

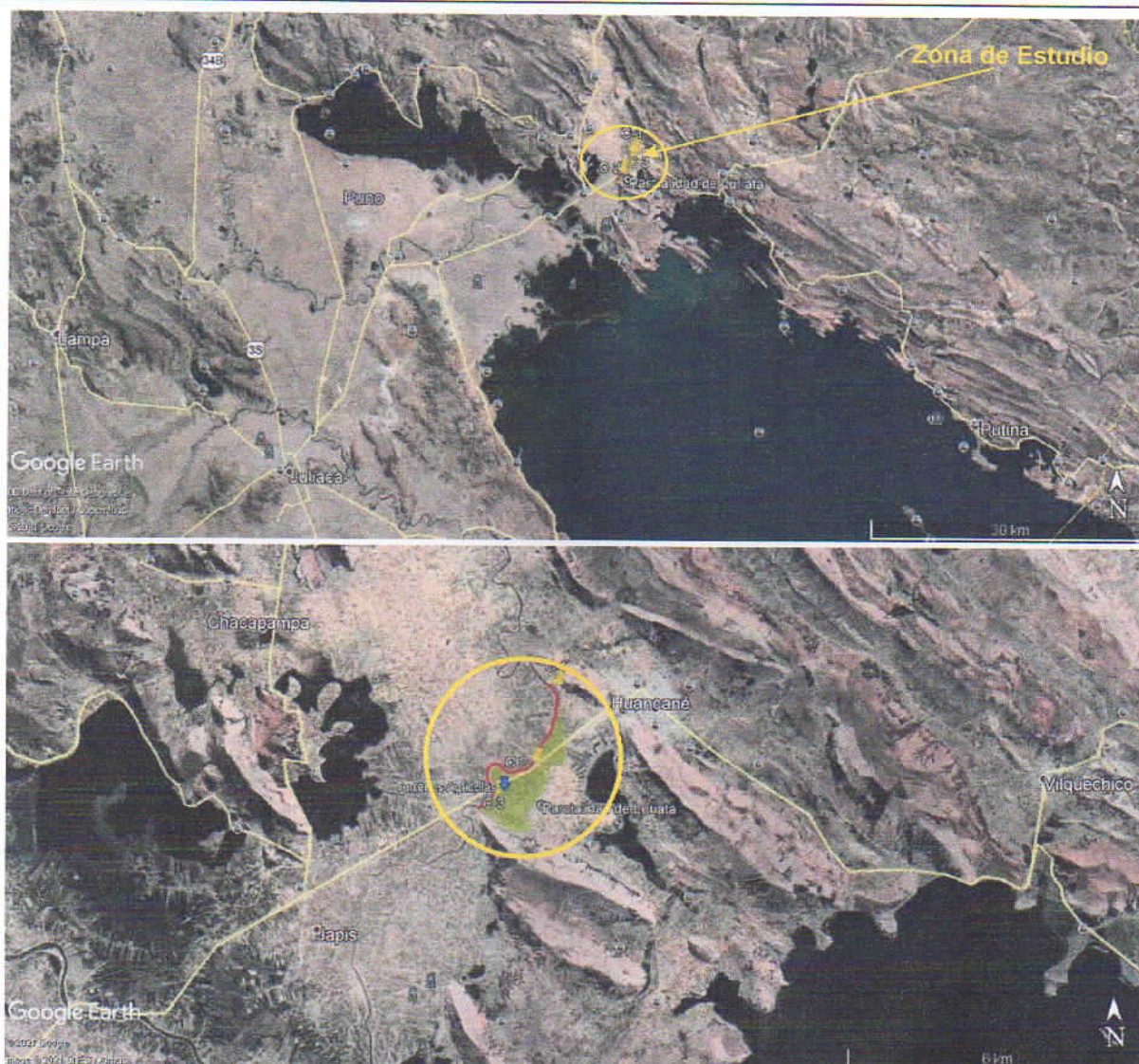
- Recopilación y revisión de información existente.
- Revisión de la información geológica y sísmica.
- Reconocimiento del terreno.
- Distribución y ejecución de las calicatas.
- Toma de muestras de suelo.
- Ejecución de Ensayos de Laboratorio.
- Interpretación de los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio.
- Determinación del Perfil Estratigráfico.
- Análisis de la Cimentación
- Análisis de la Capacidad Portante Admisible.
- Determinación de Asentamientos.
- Conclusiones y Recomendaciones.

1.2. NORMATIVIDAD

Este estudio ha sido ejecutado de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Técnica E-050 Suelos y Cimentaciones (Resolución Ministerial N° 406-2018-VIVIENDA del 30 de noviembre del 2018), E-030-2018, E-030-2019 Diseño Sismo resistente.

1.3. UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO:

El Proyecto: "EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO", se encuentra ubicado en el sector Luriata, distrito de Huancané, provincia de Huancané, región Puno, con coordenadas UTM: 415754 Este, 8318049 Norte y una altitud promedio de 3825 msnm.



Fotos 01 y 02: Vistas Satelitales donde se observa la ubicación del Proyecto de Tesis en estudio.

1.3.1. ACCESO AL AREA DE ESTUDIO

Desde la ciudad de Juliaca el acceso a la zona de estudio se hace por la siguiente ruta: Juliaca – Samán – Taraco – Huancané con una distancia de 58.8 kilómetros, por una vía afirmada con un promedio de 1 hora y 7 minutos llegando al punto donde se realiza el estudio.

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.
Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Foto 03: Croquis de acceso a la zona de estudio.

1.3.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Huancané se encuentra a 3850 metros sobre el nivel del mar. El clima predominante es llamado el clima de tundra. Incluso en el mes más caluroso del año las temperaturas son muy bajas. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es ET. La temperatura promedio en Huancané es 7.2 °C. Precipitaciones aquí promedios 1229 mm.

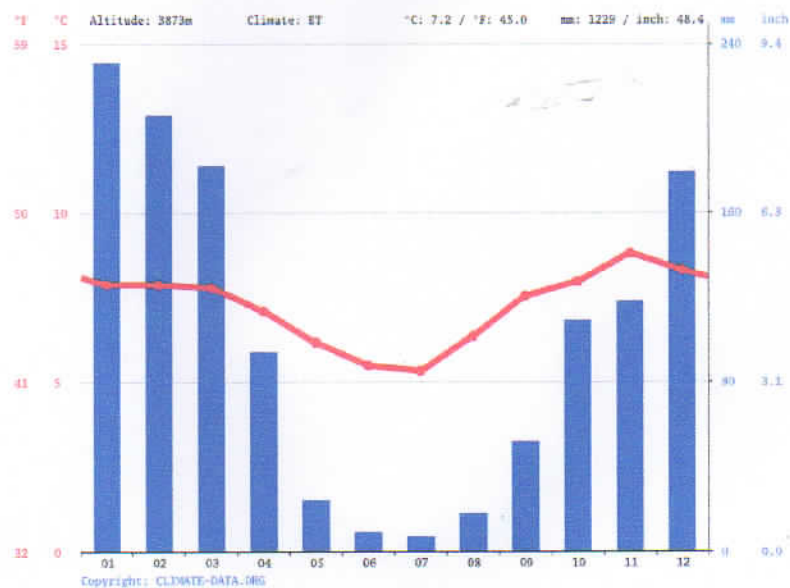


Figura 1: Climograma del distrito de Huancané.

El mes más seco es julio, con 7 mm. 231 mm, mientras que la caída media en enero. El mes en el que tiene las mayores precipitaciones del año.

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.
Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP 93184
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

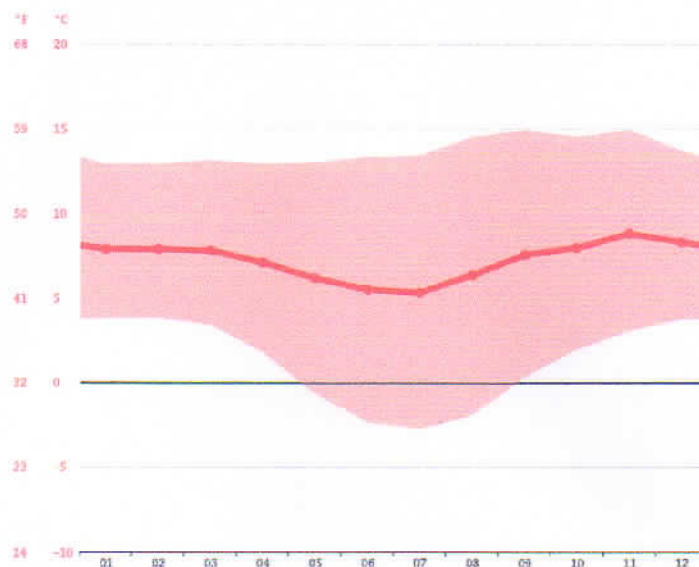


Figura 2: Diagrama de Temperatura del Distrito de Huancané.

El mes más caluroso del año con un promedio de 8.8 °C de noviembre. El mes más frío del año es de 5.3 °C en el medio de julio.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	7.9	7.9	7.8	7.1	6.2	5.5	5.3	6.4	7.5	8	8.8	8.3
Temperatura mín. (°C)	3.8	3.8	3.4	1.8	-0.6	-2.3	-2.7	-1.9	0.3	2	3.1	3.8
Temperatura máx. (°C)	12.9	12.9	13.1	12.9	13	13.3	13.4	14.5	14.9	14.5	14.9	13.7
Precipitación (mm)	231	208	182	94	24	9	7	18	52	109	118	179
Humedad(%)	77%	78%	77%	72%	80%	49%	45%	45%	51%	61%	60%	72%
Días lluviosos (días)	20	19	20	15	5	2	2	4	9	14	14	19

Figura 3: Tabla Climática / Datos Históricos del Tiempo del distrito de Huancané.

La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 224 mm. Las temperaturas medias varían durante el año en un 3.5 °C.

2. GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGIA Y SISMICIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. OBJETIVO

La finalidad del presente estudio es determinar la litología de los materiales de la zona de estudio, así como identificar las unidades geomorfológicas en y alrededor de la zona de estudio, apreciar los fenómenos de geodinámica externa que puedan afectar a las futuras estructuras.

2.2. MORFOLOGIA DE LA ZONA

La zona estudiada está caracterizada regionalmente, por la presencia de varias unidades como la Cordillera Oriental, la Cordillera Occidental y el Altiplano. Localmente el área de estudio se en el Altiplano, con unidades menores como Zona de Pampas, Zona de Lagos y Pequeñas Montañas y la pre Cordillera Carabaya.

Zona de Pampas: Constituida principalmente por las depresiones de la cuenca Putina que se prolonga en este sector, ligadas a la depresión general del Lago Titicaca. La zona de pampas tiene una dirección



aproximada de NO-SE, con una altitud aproximada de 3800 a 4000 msnm. Está constituida por una litología de areniscas, limolitas y conglomerados de medio lacustre de edad plio-cuaternaria.

Zona de Lagos: Conformada por los lagos Titicaca y Arapa, localizada ligeramente al suroeste del área de estudio, dentro de la depresión central del Altiplano, con una orientación NO-SE abarcando gran extensión del área. Los lagos se encuentran a una altura promedio de 3810 m y pueden variar su volumen en la estación lluviosa de invierno llegando incluso a inundar zonas agrícolas ribereñas

Montañas Chupa – Huancané – Moho – Tilali: Conformado por una sucesión de pequeñas elevaciones entre los 4100 y 4800 msnm que tienen una orientación NO-SE y que presentan una morfología ligeramente abrupta, resaltando algunos cerros empinados como Pichacani, Mujune, Imango, Tucopaca, Chotoque, Collincollo Pata, Ichumite, Pallate, Pucara, Hualcane, Yanarico, etc. Litológicamente están conformados por rocas del Mesozoico, que se encuentran falladas y plegadas.

2.3. GEOLOGIA DE LA ZONA

En la zona de estudio principalmente se han observado litología de la Formación Huancané y Depósitos Cuaternarios

Formación Huancané

La formación Huancané presenta una morfología bien conspicua cuyos afloramientos se repiten debido a los fallamientos inversos de alto ángulo y las estructuras de anticlinales tumbados. Descansa concordantemente sobre la formación Muni, e infrayace al Grupo Moho. El grosor es muy variable oscilando entre 200 y 500 m. La edad en el Cretáceo inferior asignada, está de acuerdo a su posición y relación estratigráfica.

Litológicamente está constituida por areniscas cuarzosas y subarcosas de grano medio a grueso en capas de 0.5 hasta 2m con estructura interna de estratificación sesgada de bajo y alto ángulo, que va de pequeña a gran escala, aunque a veces estas se interrumpen.

Depósitos Aluviales

Están constituidos principalmente por gravas, cantos angulosos de diferentes tipos de rocas en una matriz arenoarcillosa.

Se hallan formando terrazas en los cauces antiguos y recientes. En laderas de los valles y en quebradas, se les encuentra formando conos aluviales.

Depósitos Fluviales

Están constituidos principalmente por gravas y cantos redondeados de diferentes tipos de rocas en una matriz arenolimsa, próximo a la desembocadura del lago Titicaca, el material es más fino con el predominio de arenas y limos que forman pequeñas playas.

2.4. GEODINÁMICA

En el terreno en estudio no se han detectado ningún tipo de fenómeno de geodinámica interna o externa que puedan afectar a las obras proyectadas, salvo un evento probable es la ocurrencia de inundaciones provocadas por el río Huancané producidas por las lluvias persistentes sobre dicho terreno, para lo cual se recomienda proyectar obras de defensas ribereñas en zonas bajas o con depresión de la superficie del terreno principalmente.



Geocosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIR: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

En el área en estudio, según a estudios geológicos en esta zona las condiciones geodinámicas de la zona son de moderada a baja vulnerabilidad por lo que los tipos de construcciones estarán de acuerdo a las condiciones del suelo existente en la zona.

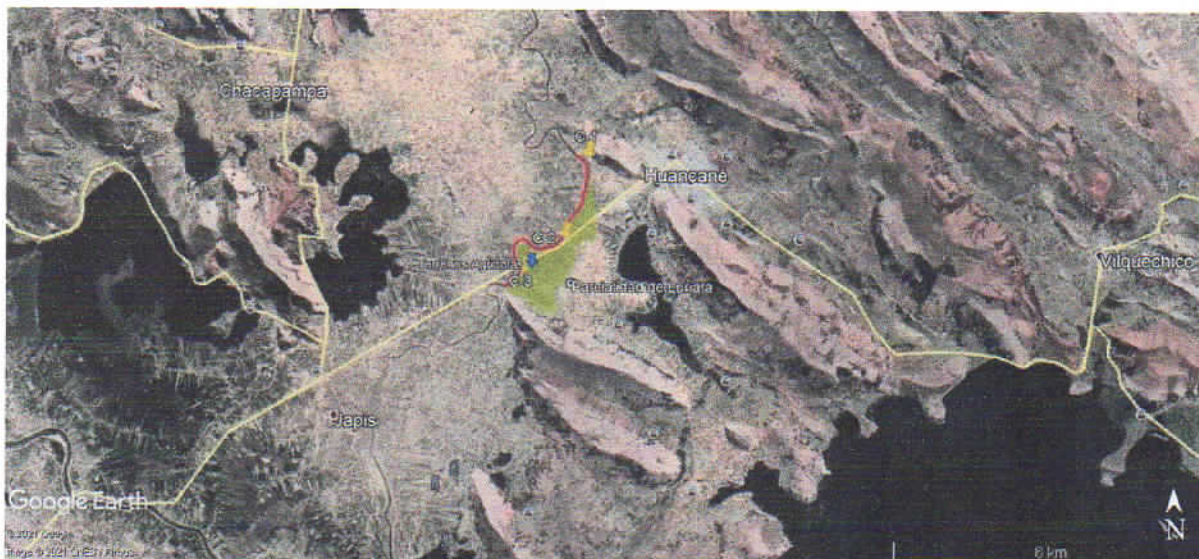


Foto 04: Vista satelital donde se observa en la zona de estudio la no existencia de procesos geodinámicos externos que puedan afectar al proyecto.

2.5. SISMICIDAD

El Perú está ubicado en la región denominada "Cinturón de Fuego del Pacífico", caracterizada por una alta sismicidad y donde se registran aproximadamente el 85% de los movimientos sísmicos a nivel mundial. Por esta realidad natural, el país expuesto permanentemente a la ocurrencia de terremotos, maremotos y actividad volcánica.

2.5.1. TECTÓNICA DE PLACAS

La Nueva Tectónica Global (Isacks et al., 1968) presenta un enfoque objetivo del movimiento de placas y la generación de sismos en la Tierra. Tal es así, que físicamente se comprende las causas y la forma en que la energía se acumula en zonas muy restringidas de la Tierra y de qué manera ocurren los diferentes tipos de sismos.

La explicación más ampliamente aceptada del origen del movimiento de las placas recae en el requerimiento de un equilibrio termo-mecánico de los materiales de la Tierra. La parte superior del manto está en contacto con la Corteza, que se encuentra a menor temperatura, mientras la parte inferior está en contacto con el núcleo externo, que se encuentra a mayor temperatura. Obviamente, un gradiente de temperatura debe existir dentro del manto. La variación de la densidad del manto con la temperatura produce la situación inestable de tener un material más denso (más frío) apoyándose sobre la cima de un material menos denso (más caliente). Eventualmente, el material más denso empieza a sumergirse bajo la acción de la gravedad y el material menos denso empieza a ascender. El material descendido gradualmente se calienta y se vuelve menos denso; eventualmente, se moverá lateralmente y empezará a ascender otra vez. Secuencialmente, el material enfriado empezará a sumergirse. Este proceso es conocido como **convección**. La corriente de convección semifundida del manto, impone esfuerzos de corte en el fondo de las placas, desplazándolas lentamente en varias direcciones a través de la superficie de la Tierra.

Tras la comprobación de que las placas oceánicas se generan en las dorsales y se consumen en las zonas de subducción, y la ubicación precisa de los sismos, se ha llegado a concluir que la superficie terrestre está formada por grandes placas y otras de menores dimensiones. Finalmente, se ha observado que la mayor actividad sismotectónica en el mundo se concentra a lo largo de los bordes de estas placas y como producto de la interacción de éstas se generan eventos sísmicos de gran magnitud.

Marco Tectónico Regional

El Perú está ubicado sobre el borde occidental costero de Sudamérica, entre Ecuador y Chile, ocupando un área de subducción activa de corteza oceánica bajo la margen continental (placa de Nazca bajo la placa Sudamericana). En esta zona tiene lugar un cambio importante desde los "Andes Centrales" (Perú), con litósfera continental en la costa, hacia los "Andes Norteños" (Ecuador), con una densa, aislada e inactiva corteza oceánica debajo de la región costera. Este cambio aparentemente ocurre en una falla transformacional o sutura, actualmente inactiva y oculta con rumbo NNE, que separa la corteza continental de la corteza oceánica.

La placa de Nazca subduce bajo la placa Sudamericana frente al Perú a razón de 9 cm/año en promedio aproximadamente. En esta zona de subducción, se generan sismos a diferentes profundidades y alcanzan un valor máximo de 700 km. La interacción de la placa de Nazca y la placa Sudamericana ha originado la formación de la Cordillera Andina, la Fosa Perú-Chile y los Sistemas de Fallas, a través de un proceso orogénico evolutivo de diferentes etapas.

Elementos de la Tectónica del Perú

El Perú, por su ubicación, se encuentra próximo a límites de placas muy activas (principalmente la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana) y a importantes sistemas de fallas continentales que se han formado como un efecto secundario de la colisión de placas, que ha generado la presencia de plegamientos y fracturas en la corteza terrestre.

Zona de Subducción frente al Perú

Los factores y características geométricas más importantes del proceso de subducción que influyen directamente en su comportamiento, frente a las costas del Perú se detallan a continuación.

1) Placa de Nazca

La placa de Nazca limita al Norte con el Centro de Expansión Galápagos (Sclater y Klitgord, 1973; Anderson et al., 1976); hacia el Nororiente, limita con la placa Caribe por debajo de Colombia septentrional; al Oriente, se extiende hasta las fosas oceánicas de Colombia, Ecuador, Perú y Chile; al Sur y Suroccidente, limita con las fallas transformacionales Chile y Fernández, y al Occidente, con la dorsal Pacífico (Stover, 1973; Pardo-Casas y Molnar, 1987). La configuración geométrica de la placa de Nazca, próxima a la costa peruana presenta los siguientes accidentes geográficos:

a) La Dorsal de Nazca

Es una cordillera montañosa que se encuentra sumergida y se ubica entre los 15°S y 24°S. Tiene una orientación NE-SW y su eje incide casi perpendicularmente a la línea de la Fosa frente a la ciudad de Nazca. Está compuesta de rocas volcánicas con una edad aproximada de 5 a 10 Ma.

b) La Dorsal de Sarmiento y la Dorsal de Alvarado

Estas dorsales volcánicas se localizan frente a las costas de Piura, al norte del Perú y presentan una orientación NE. Tienen una longitud aproximada de 400 Km con ejes paralelos entre sí y poseen una altura comprendida de 1 a 2 Km.

c) La Fractura de Mendaña

Es una de las características más importantes de la Placa de Nazca en la costa occidental peruana. Se localiza en el extremo oeste de la región central del Perú entre 11°S y 15°S de latitud. Presenta una dirección NW, perpendicular a la Fosa, con una longitud que se extiende hasta 1100 Km aproximadamente y con una altura promedio de 1000 m sobre la corteza oceánica.

d) La Fractura de Nazca

Se encuentra ubicada frente al departamento de Arequipa en el Perú. Después de la Dorsal de Nazca, constituye la característica batimétrica más notable junto a la Fractura de Mendaña. Posee un lineamiento paralelo a ésta última con una dirección NW que incide perpendicularmente en la Fosa.

e) La Fractura Virú

Se encuentra ubicado paralelamente a la Fractura de Mendaña a 110 Km al norte de ésta. Constituye un rasgo geomorfológico importante en la estructura de la Placa de Nazca y es una falla de tipo inversa con una orientación de N15°E.

f) La Depresión Submarina de Trujillo

Es una estructura con aproximadamente un ancho de 5 Km en el punto más alto y de 500 m en el más bajo, que posee una superficie muy accidentada y por ende muy áspera. Presenta una extensión de 270 Km de longitud.

II) Fosa Perú-Chile

Se ubica frente a las costas ecuatorianas con una orientación NE-SW y marca el inicio del proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana sobre una longitud de más de 5 000 km que abarca desde Colombia hasta Tierra del Fuego en Chile.

III) Placa Sudamericana

El proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana modifica constantemente la superficie terrestre a través del tiempo y ha originado un progresivo engrosamiento de la corteza terrestre y plegamiento de los sedimentos. La evolución tectónica del Perú está vinculada a un proceso de deformación que ha generado importantes sistemas de fallas en la superficie de la Tierra. Las principales características geológicas y tectónicas de la corteza peruana se deben al proceso de subducción de placas. Geográficamente, en la placa Sudamericana del Perú predominan los Andes que dividen la parte continental en tres regiones naturales, muy distintas (Costa, Sierra y Selva) y que no son simples expresiones geomorfológicas, sino que también reflejan fundamentalmente ambientes geológicos diferentes. La configuración estructural de la placa Sudamericana en el Perú está conformada por:

- a) Talud Inferior y Medio
- b) Talud Superior
- c) Plataforma Continental
- d) La Zona Costanera
- e) Pie de Monte Pacífico
- f) La Cordillera Occidental
- g) El Altiplano
- h) La Cordillera Oriental
- i) La Zona Subandina
- j) La Llanura Amazónica

IV) Tipo de Subducción

El Perú presenta una contorsión de la placa de Nazca, al pasar de una subducción de tipo subhorizontal (al norte y centro del Perú) a una subducción normal (sur del Perú), en una sección perpendicular a la fosa, con dirección SSE que se inicia en el borde costero a 16° de latitud sur (aproximadamente a la altura de la Fractura de Nazca). Según Quispe, Tavera y Bernal (2003), la placa de Nazca al norte del Perú subduciría


 **Geoincosur Ingenieros**
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.
Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORIEGA
CIP 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

bajo la placa Sudamericana siguiendo una pendiente del orden de entre 25° y 30° hasta una profundidad aproximada de 125 km a partir de la cual, la placa de Nazca se desplaza de manera horizontal hasta una distancia respecto a la línea de la fosa de 750 km en la región norte y 550 km en la región centro, configurando una subducción de tipo subhorizontal; mientras que las tendencias medias del sur del Perú sugieren un ángulo de subducción de 30° en forma continua hasta una profundidad de 450 km respecto de la línea de la fosa, configurando una subducción de tipo normal. Los cambios de las tendencias entre una y otra zona demostrarían la contorsión mencionada de la placa de Nazca entre los dos modos de subducción anteriormente mencionados. Finalmente, cabe señalar que las tendencias medias de la sismicidad descritas anteriormente, son coherentes con las descritas por Pennington (1981), Cooper et al. (1987), Meijer y Wortel (1992), Coblenz y Richardson (1996), Taboada et al. (1998), y Bourdon et al. (2002).

La Neotectónica en el Perú

El desarrollo constante del proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana determina un comportamiento tectónico compresivo del territorio peruano siguiendo la dirección de la convergencia entre la placa oceánica y continental. Las más claras evidencias de este comportamiento tectónico compresivo se encuentran en la zona del frente Subandino, en las fallas inversas y en los pliegues localizados dentro del callejón Interandino.

Es preciso señalar que la llegada de la Dorsal de Nazca a la fosa ecuatorial podría constituir una zona de significativa resistencia a la subducción ejerciendo esfuerzos compresivos adicionales dentro de la placa continental. Por otro lado, existen grandes rasgos estructurales transversales a la cordillera de los Andes, que afectan la fisiografía de esta región y que podrían influir en su comportamiento tectónico.

Finalmente se puede indicar que las condiciones anteriormente descritas favorecerían la generación de movimientos dextrales a lo largo de fallas regionales dentro del territorio peruano. Los principales sistemas de fallas localizados en el Perú se detallan gráficamente en el Mapa Neotectónico PS-001 de Fallas y Pliegues Cuaternarios.

Para el caso de nuestro país, la generación de los sismos se explica dentro de la "Teoría de la Tectónica de Placas", que postula el desplazamiento convergente de la Placa Tectónica de Nazca o Submarina bajo la Placa Tetánica Continental o Sudamericana, más aun, es la causante de la formación de la Cordillera de los Andes, que es el evento orogénico más importante dentro de la evolución actual del territorio peruano.

La provincia de Huancané se encuentra en una zona de bastante actividad tectónica, lo cual está expuesto a los movimientos de intraplaca. Sin embargo, los distritos de la provincia no están preparados para un evento de movimientos tectónicos. Ya que las construcciones civiles no son construidas con una dirección técnica sino a criterio de los pobladores de la zona. En la provincia de Huancané el 50% aproximadamente están construidas en adobe lo cual es muy vulnerable a los peligros de movimientos sísmicos.

Las fallas que se originaron por la geodinámica interna en la zona de estudio tienen una orientación principalmente NW-SE, con fallas tensionales con dirección NE-SW produciendo anticlinales y sinclinales. La provincia de Huancané se encuentra ubicada en el borde Noreste de gran concentración de sismos intermedios, cuyo borde occidental sigue la línea de costa desde Lima hasta la frontera con Chile y cuyo borde oriental pasa cercano a la orilla norte del Lago Titicaca, sigue el límite de las regiones de Cusco y Apurímac.

2.5.2. EFECTO DEL SISMO

De acuerdo a la Zonificación Sísmica del Perú, establecido en la Norma de Diseño Sismo Resistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la región Puno, la provincia de Huancané y la zona de estudio se encuentra en la Zona 2 y su correspondiente factor de zona "Z" = 0.25, según la Tabla N° 1.

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Condiciones Geotécnicas

Perfiles del Suelo

- Perfil tipo S₀: Roca dura
- Perfil tipo S₁: Roca o suelos muy rígidos
- Perfil tipo S₂: Suelos intermedios
- Perfil tipo S₃: Suelos blandos
- Perfil tipo S₄: Condiciones excepcionales

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{s}_H
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

De acuerdo a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio y ensayos de resistencia, el perfil del suelo en el presente proyecto corresponde a **S₃**, teniendo valores de N menores a 15.

Parámetros de sitio (S, T_p y T_L)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los periodos T_p y T_L dados en las Tablas N° 3 y N° 4.

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.
Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Para el presente proyecto se tienen los parámetros siguientes para S₃ y Z₂, se tiene **S = 1.40**

Tabla N° 4 PERÍODOS " T_P " Y " T_L "				
	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

$T_P = 1.0$ y $T_L = 1.6$

Parámetros Sísmicos del Suelo (De acuerdo a la Norma E.030)	
Zona Sísmica:	2
Tipo de Perfil del Suelo	S3
Factor del Suelo (S):	1.40
Periodo T_P (s)	1.00
Periodo T_L (s)	1.60

CURVAS DE INTENSIDADES MÁXIMAS:

Distribución de ordenadas espectrales para el Perú correspondientes a un periodo estructural normal y periodo de retorno de 475 años.

De acuerdo a esta información al área del proyecto le corresponde una ordenada espectral de 0.28 para un periodo de retorno de 475 años con una probabilidad de excedencia de 10% en un periodo de exposición de 50 años.


Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.
Ing. ÁNGEL FERNANDO VILAVILA NORIEGA
C.P.: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

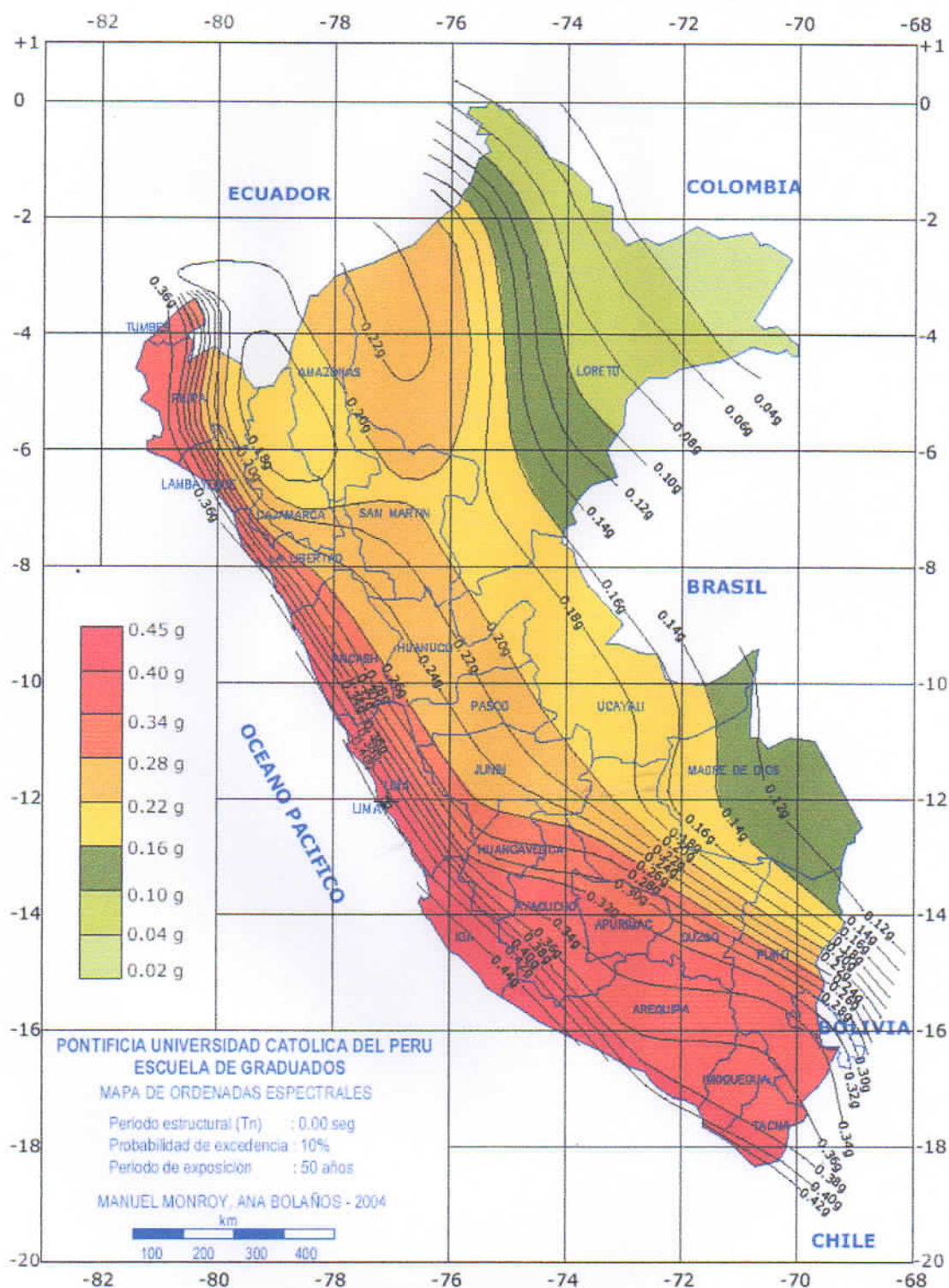


Imagen 01: Mapa de Ordenadas Espectrales.

Geocosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORIEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Imagen 02: Mapa de Zonificación Sísmica.

Geocosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.
Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

3. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

3.1. GENERALIDADES

Para el cálculo de la capacidad del terreno de cimentación de futuras obras en la zona de estudio, se ha contemplado realizar un programa de exploración de campo, consistente en excavaciones de calicatas y extracción de muestras de suelo para su respectivo análisis en el laboratorio.

El programa de trabajos de campo y gabinete realizado ha consistido en lo siguiente:

- Reconocimiento del terreno.
- Recopilación de la información existente.
- Ubicación, ejecución de calicatas.
- Toma de muestras alteradas e inalteradas de suelos.
- Ensayos estándar y especiales en laboratorio para definir los parámetros de resistencia de los materiales que conforman el terreno de cimentación.
- Elaboración de los perfiles estratigráficos.
- Cálculo de la capacidad de soporte del terreno de cimentación.

3.2. INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO

El programa de exploración de campo consistió en la excavación de 03 calicatas en la margen izquierda del río Huancané en el sector denominado Luriata, una vez excavadas las calicatas se procedió a la extracción de muestras de suelo para realizar los respectivos análisis en el laboratorio y determinar las propiedades físicas, mecánicas del terreno de fundación. En el plano Ubicación de calicatas se puede apreciar las mismas.

3.3. EXCAVACIÓN DE CALICATAS

El método de exploración geotécnica mediante calicatas, ha permitido observar la conformación de los estratos y obtener muestras de suelos para ser ensayadas en el laboratorio.

Para determinar el perfil estratigráfico del terreno se recuperaron muestras disturbadas representativas del subsuelo y además se realizó su respectiva descripción visual de campo siguiendo la Norma ASTM D-2488 para la descripción visual-manual del suelo. Así mismo, se recogieron muestras inalteradas para los ensayos especiales con los cuales se determinarán las propiedades físico mecánicas.

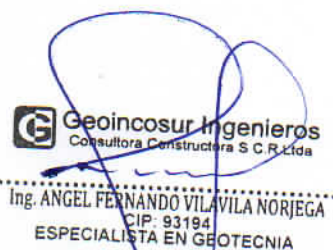
Las excavaciones alcanzaron las siguientes profundidades:

Pozo	Profundidad (m)
C-1	3.00
C-2	2.50
C-3	3.00

3.4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio de las muestras de suelos fueron realizados en el Laboratorio Geotécnico de la Empresa Geoincosur Ingenieros Consultora Constructora SRL. Los ensayos estándar fueron realizados con la finalidad de identificar y clasificar las muestras de suelo siguiendo los criterios del sistema Unificado de clasificación de Suelos (SUC).

Estos ensayos han permitido obtener los parámetros necesarios para estimar la resistencia cortante del suelo que conformara la cimentación de las obras planteadas en el futuro.


Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.
Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORIEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Los ensayos fueron realizados de acuerdo a las normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM) y Normas Técnicas Peruanas; para mayor detalle se presenta la relación siguiente:

- Análisis granulométrico por tamizado (ASTM - D 422)
- Humedad natural (ASTM D-2216)
- Límite líquido (ASTM - D 423)
- Límite plástico (ASTM - D 424)
- Índice de Plasticidad
- Clasificación de Suelos por el método SUCS (ASTM D – 2487)
- Peso volumétrico parafinado (NTP 339.139)
- Ensayo de Corte Directo (ASTM D-3080)

3.4.1. ENSAYOS ESTANDAR

Se realizaron los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico por tamizado (ASTM - D 422)
- Humedad natural (ASTM D-2216)
- Límite líquido (ASTM - D 423)
- Límite plástico (ASTM - D 424)
- Índice de Plasticidad
- Clasificación de Suelos por el método SUCS (ASTM D – 2487)

Los ensayos se realizaron en cada tipo de suelo encontrado en el proyecto, para lo cual se ha descrito minuciosamente todas las muestras obtenidas en campo y luego se ha agrupado las muestras de iguales características, eligiendo una muestra representativa de cada grupo para realizar los ensayos de laboratorio.

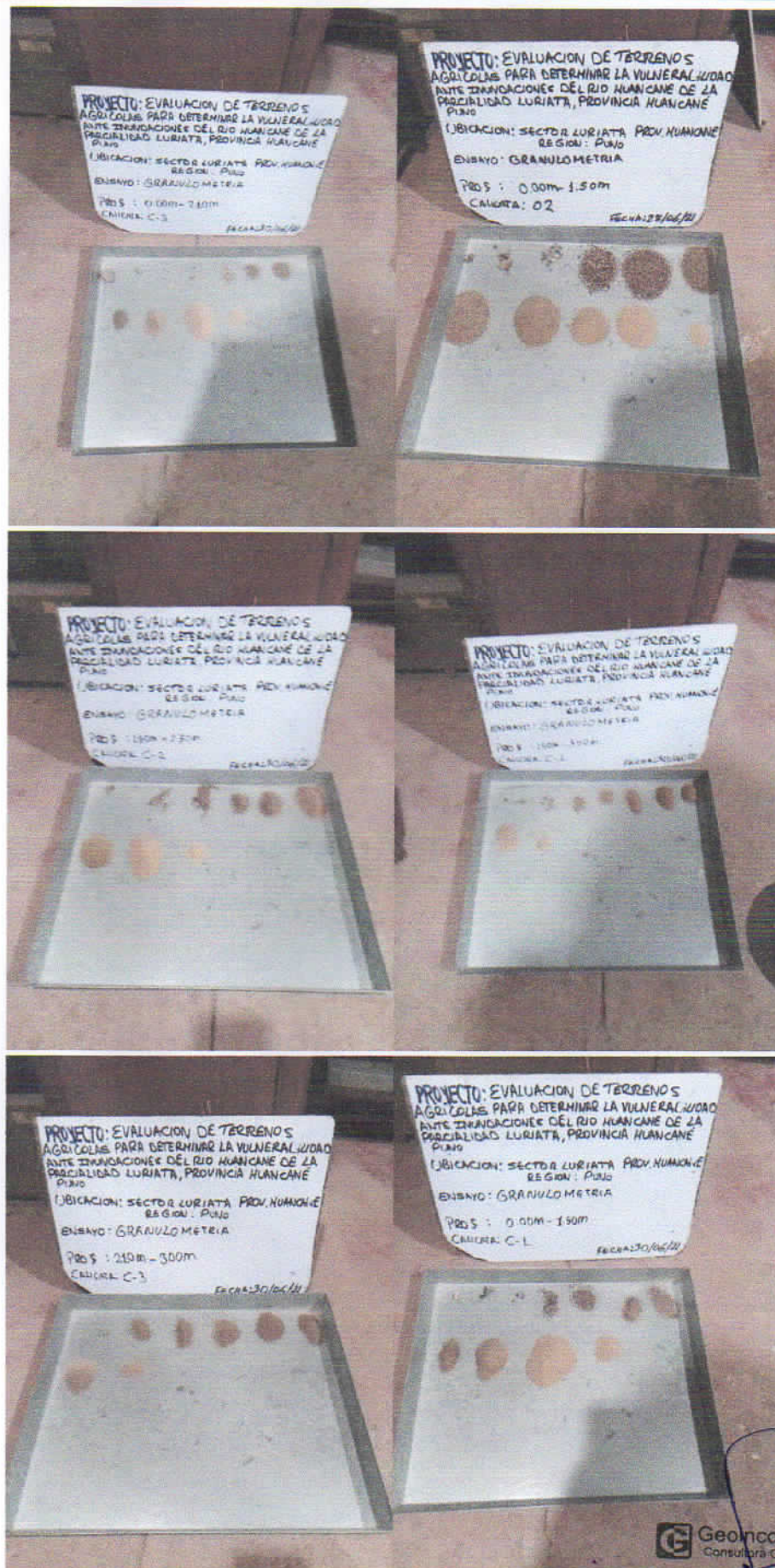
Los ensayos de laboratorio fueron realizados de acuerdo con las normas ASTM respectivas y con los resultados obtenidos se procedió a efectuar una comparación con las características de los suelos obtenidas en el campo y las compatibilizaciones correspondientes en los casos en que fue necesario para obtener los perfiles de suelos definitivos que son presentados en el ítem Anexos del presente informe técnico.

- Análisis Granulométrico

Determinar cuantitativamente los tamaños de las partículas de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada.

Se determina la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca del agregado, por separación a través de tamices dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura.


 **Geoincosur Ingenieros**
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.
Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORIEGA
CIP. 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



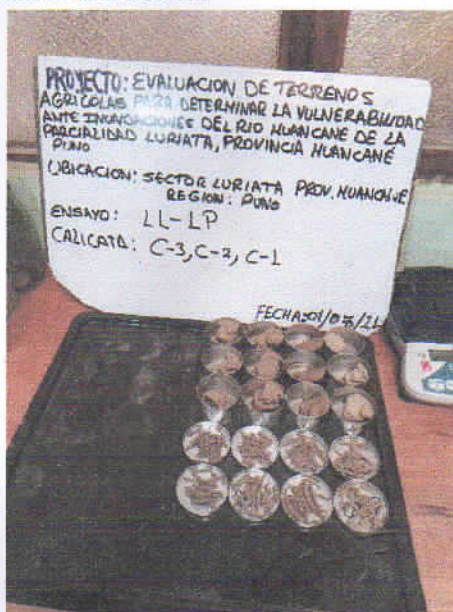
- **Determinación del Límite Líquido**

El límite líquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo seco en el horno, cuando este se halla en el límite entre el estado plástico y el estado líquido.

- **Determinación del Límite Plástico e Índice de Plasticidad**

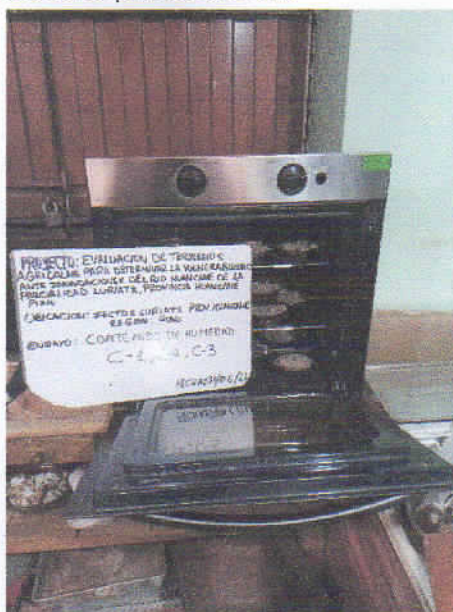
Es la determinación en el laboratorio del límite plástico de un suelo, y el cálculo del índice de plasticidad (IP) si se conoce el límite líquido (LL) del mismo suelo.

Se denomina límite plástico (LP) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen.



- **Ensayo para determinar el contenido de Humedad de un suelo**

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.



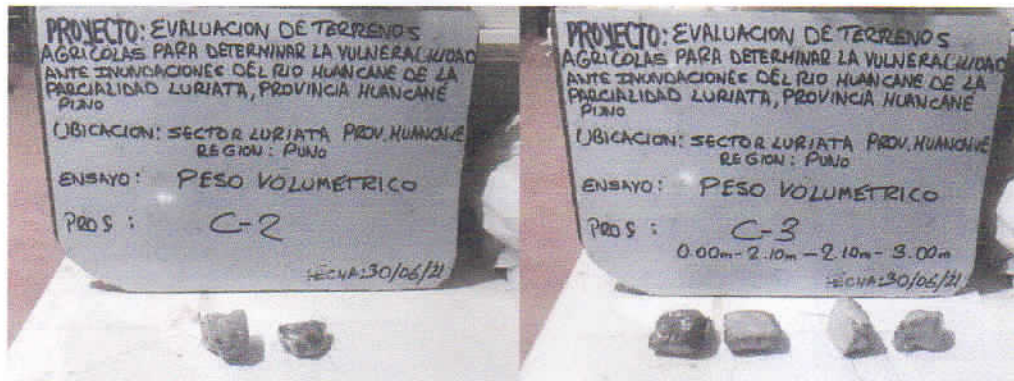
3.4.2. ENSAYOS ESPECIALES

Fueron realizados los siguientes ensayos:

- Peso volumétrico parafinado (NTP 339.139)
- Ensayo de Corte Directo (ASTM D-3080)

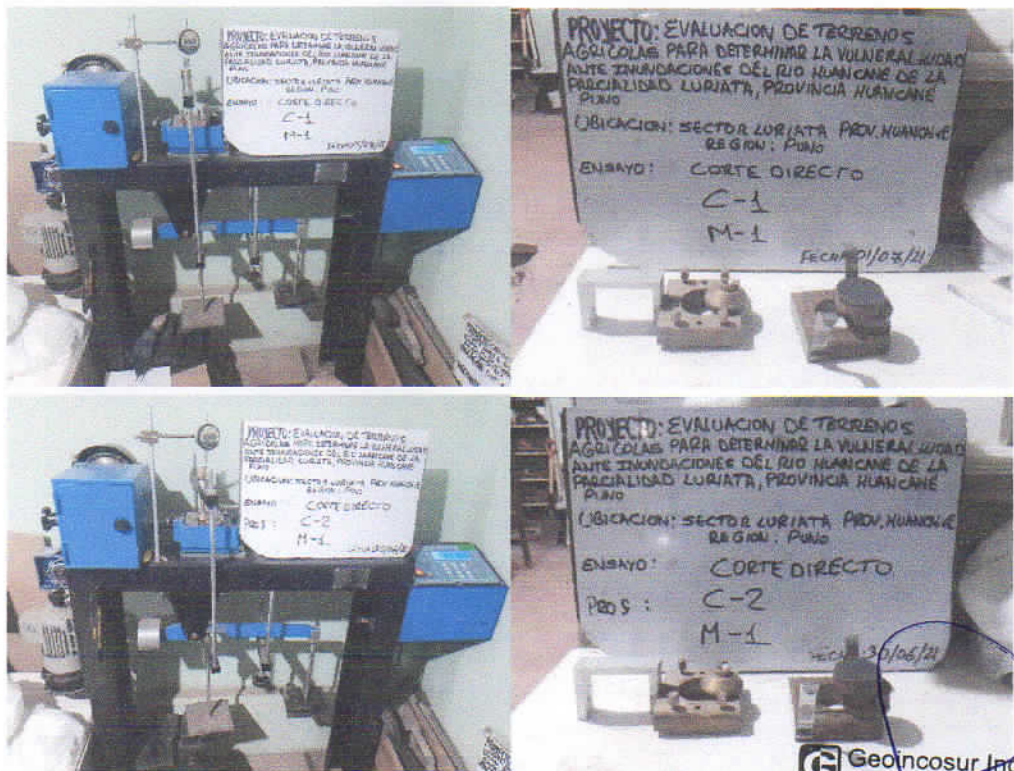
- **Peso Volumétrico parafinado**

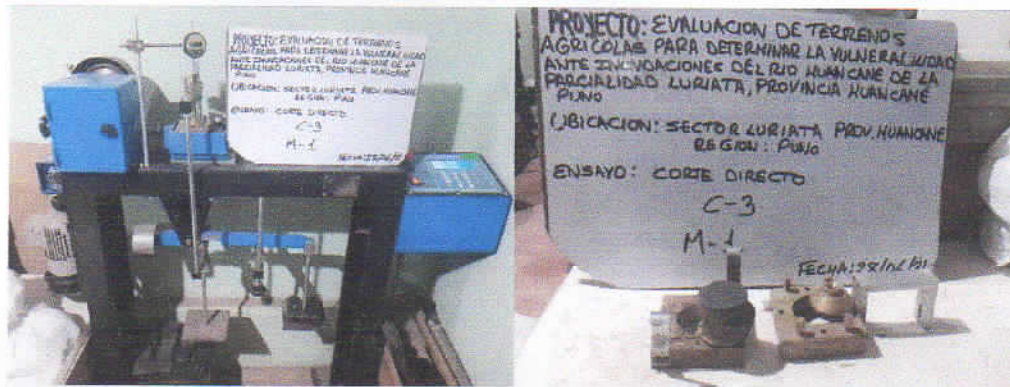
Se refieren a la determinación del peso de masa de suelos entre su volumen de masa. Es la densidad del suelo se le conoce también como peso unitario o como peso específico de masa.



- **Ensayo de para Determinar el Corte Directo de un suelo**

Se refieren a la determinación de los parámetros de resistencia de los suelos mediante el ensayo de Corte Directo y/o Compresión Triaxial. Los parámetros obtenidos son el ángulo de fricción interna y la cohesión, y cuando se midan las presiones en los poros, podrán calcularse los valores efectivos de la fricción interna y la cohesión. Los valores así obtenidos pueden emplearse en diferentes análisis de estabilidad como por ejemplo en fundaciones de estructuras, en cortes y taludes o en estructuras de retención, problemas en los cuales la resistencia del suelo a corto y largo plazo, tiene importancia significativa.





3.5. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Se ha realizado la clasificación de las muestras de suelos por el siguiente sistema:

- SUCS, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos: ASTM D – 2487.

CLASIFICACIÓN SUCS

Suelos Gruesos (o granulares) y Suelos Finos.

Los suelos toman la denominación del material que más abunda en su constitución y denomina materiales granulares a aquellos que tienen partículas de tamaño mayor a 0.075mm -malla #200- (considerado por muchos el límite visible del ojo humano sin ayuda de instrumentos) y denomina materiales finos a los de menor tamaño. También se consideran en grupos distintos los suelos finos orgánicos y la turba.

Este sistema de clasificación considera símbolos (letras mayúsculas) para denominar los distintos grupos de suelos. En adelante se indican entre paréntesis estos símbolos a continuación del tipo de suelo al que corresponde.

SUELOS GRANULARES.

Los suelos granulares pueden ser Gravas (G) o Arenas (S) tomando como referencia el tamaño de 4.75mm -malla #4 para separarlos.

Estos dos tipos de suelos pueden ser a su vez limpios, medianamente "sucios" o "sucios", son medianamente sucios cuando tienen entre 5 y 12% de finos.

Cuando los suelos son limpios o medianamente sucios se determina si su distribución de partículas es uniforme o gradada

Se denominan bien graduados (W) si el material contiene partículas de tamaños variados, lo que se verifica si sus indicadores de gradación C_u (coeficiente de uniformidad) y C_c (coeficiente de curvatura) caen dentro de los límites determinados; o mal (pobrementemente) graduados (P) en caso contrario.

Para gravas: $C_u > 4$

Para arenas: $C_u > 6$

Dónde:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$$

Cuando los suelos son sucios o medianamente sucios se considera necesario indicar el tipo de material fino que acompaña al material granular agregándose la denominación de Limoso (M) o Arcilloso (C) según corresponda.

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.
Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORIEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Finalmente, si el material ha sido clasificado como Grava se menciona si contiene considerable cantidad de arena (más de 15%) agregando a la denominación de la clasificación el término "con arena". Análogamente se menciona "con grava" si un material clasificado como arena tiene más del 15% de grava.

En el caso de las gravas bien gradadas, medianamente sucias (5 a 12% de finos), no hace falta indicar si su contenido de arena es importante o no.

SUELOS FINOS.

Los suelos finos que no presentan un comportamiento plástico al ser humedecidos se denominan Limos (M), los que sí lo presentan se denominan Arcillas (C).

Son arcillas si su índice de plasticidad (IP) es superior a un índice de plasticidad crítico o calculado (IP_c) y mayor que 7. Dónde:

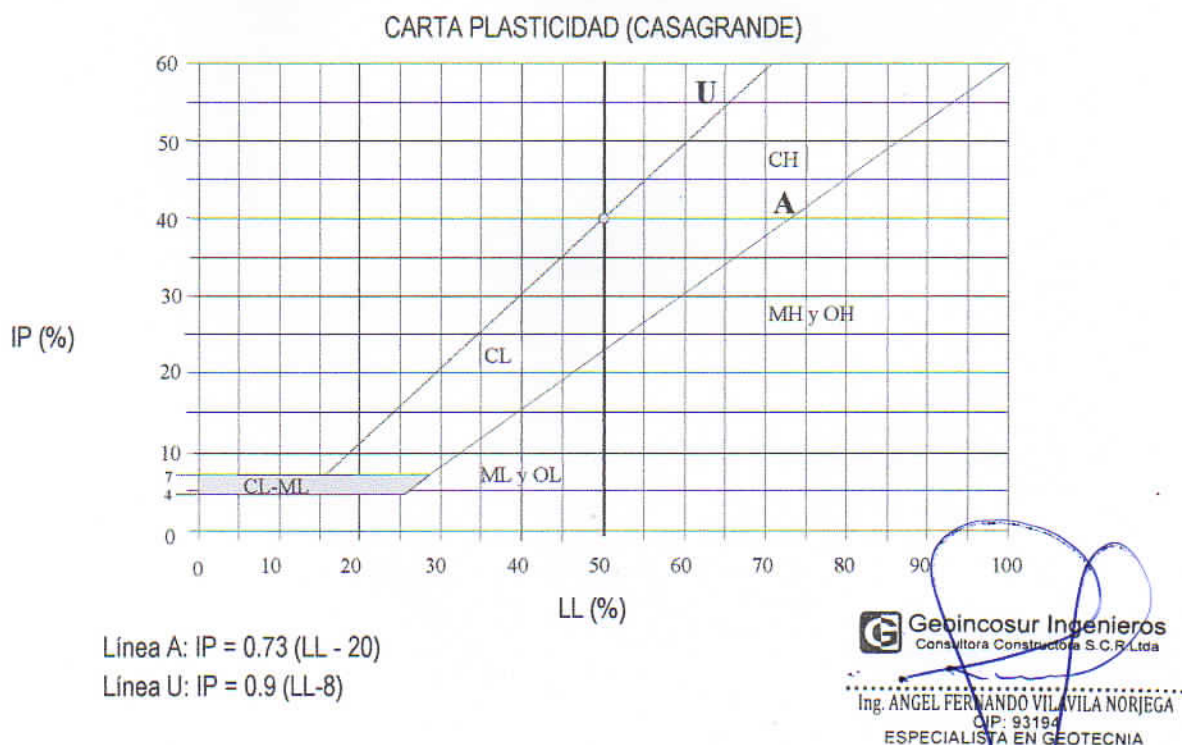
$$IP_c = 0.73 (LL - 20)$$

La gráfica de esta ecuación corresponde a la línea de "A" en la carta de Casagrande. Siendo LL el límite líquido.

Se considera como limo si su índice de plasticidad es menor o igual que IP_c ó menor que 4. Las arcillas cuyo índice plástico está entre 4 y 7 se consideran Arcillas limosas (caso de frontera o material indefinido). Los suelos que no alcanzan el conteo de 25 golpes en la cuchara de Casagrande o no permiten que se forme rollitos de 1/8" en el ensayo de límite plástico se denominan "no plásticos" colocándose NP en las fichas de cálculo, estos suelos se clasifican como limos.

Adicionalmente los materiales finos sean limos o arcillas pueden ser de alta (H) o baja plasticidad (L), según su límite líquido sea mayor o menor de 50% respectivamente. Esta delimitación se ve fácilmente en la carta de Casagrande que es la representación gráfica de estos parámetros de clasificación de suelos finos.

Adicionalmente se observa una línea de "UL" que fue determinada experimentalmente como límite superior de los suelos encontrados en la naturaleza. Todo resultado arriba de esta línea debe considerarse extraño, digno de estudio o merecedor de verificación por tener una alta posibilidad de error en ensayos o cálculos.



Finalmente, si el suelo fino contiene material granular se indica:

- "con grava" o "con arena" si la fracción gruesa alcanza o excede al 15%
- "gravoso" o "arenoso" si el material granular alcanza o excede el 30%.

SUELOS ORGÁNICOS

La clasificación de suelos finos considera que un suelo es orgánico (O) si el límite líquido obtenido con muestra secada al horno es menor que el 75% del límite líquido obtenido con una muestra sin secar.

Esta clasificación considera que el suelo es arcilla orgánica (O) si su plasticidad lo ubica en o sobre la línea de A y su Índice de plasticidad es mayor que 4. En caso contrario es un Limo orgánico (O). Nótese que el símbolo es el mismo para limos y arcillas orgánicas.

Se procede análogamente a los suelos finos inorgánicos en lo referente a indicar su Alta (H) o Baja (L) plasticidad ($LL > 50\%$ o $LL < 50\%$ respectivamente) o su contenido de material granular "con grava", "con arena" (% granular $> 15\%$) o "gravoso" y "arenoso" (% granular $> 30\%$)

TURBA

Se clasifica como turba (Pt) a suelos de evidente origen orgánico, caracterizados por su consistencia esponjosa, textura fibrosa, bajo peso específico, color negruzco y olor característico (fétido). Existe la tendencia local de llamar turba a cualquier material terreo de color negro, cuando en la mayor parte de veces debe ser denominado como arcilla o limo orgánico.

La clasificación de los suelos encontrados en las calicatas realizadas se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla T-01: Clasificación de Suelos

Calicata	Profundidad (m)	SUCS
C-1	0.00 – 1.50	ML
C-1	1.50 – 3.00	CL
C-2	0.00 – 1.50	SP-SM
C-2	1.50 – 3.00	SC-SM
C-3	0.00 – 2.10	CL
C-3	2.10 – 3.00	CL

 **Geoincosur Ingenieros**
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.
Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

3.6. DESCRIPCIÓN DE LA CONFORMACIÓN DEL SUBSUELO DEL ÁREA DE ESTUDIO:

En base a la evaluación insitu y los informes de Laboratorio se presentará el Perfil Estratigráfico obtenido para el área del terreno donde se proyectarán las obras, en donde se detalla las principales características de los suelos muestreados y clasificados según SUCS.

Se alcanzará el perfil estratigráfico de las calicatas exploradas, mostrando el número de las muestras y su altura del estrato, los mismos que se han analizado en el Laboratorio, así como las respectivas clasificaciones.

El perfil del suelo registrado en las calicatas realizadas hasta la profundidad explorada está conformado por:

CALICATA C-1:

- De 0.00 m a 1.50 m: Limo arenoso ligeramente arcilloso, de color marrón claro, en estado semicompacto a compacto, de plasticidad baja a nula, con 22.42% de contenido de humedad, 1.88% de contenido de gravas, 41.63% de arena y un 56.49% de material fino que pasa la malla N° 200.

- De 1.50 m a 3.00 m: Arcilla limosa ligeramente arenosa, de color marrón claro, en estado compacto, de plasticidad media, con 22.09% de contenido de humedad, 0.29% de contenido de gravas, 11.54% de arena y un 88.17% de material fino que pasa la malla N° 200, presentando un 35.27% de Limite Liquido, 19.16% de Limite Plástico y un 16.11% de Índice de Plasticidad.

CALICATA C-2:

- De 0.00 m a 1.50 m: Arena mal graduada ligeramente limosa, de color marrón claro, en estado semicompacto a compacto, de plasticidad nula, con 11.49% de contenido de humedad, 5.62% de contenido de gravas, 87.79% de arena y un 6.59% de material fino que pasa la malla N° 200.
- De 1.50 m a 3.00 m: Arena arcillosa ligeramente limosa, de color marrón claro, en estado compacto, de plasticidad baja, con 6.66% de contenido de humedad, 1.07% de contenido de gravas, 54.15% de arena y un 44.78% de material fino que pasa la malla N° 200, presentando un 21.41% de Limite Liquido, 14.77% de Limite Plástico y un 6.64% de Índice de Plasticidad.

CALICATA C-3:

- De 0.00 m a 2.10 m: Arcilla limosa ligeramente arenosa, de color marrón claro, en estado semicompacto a compacto, de plasticidad baja, con 19.05% de contenido de humedad, 9.09% de contenido de gravas, 20.33% de arena y un 70.58% de material fino que pasa la malla N° 200, presentando un 25.43% de Limite Liquido, 16.66% de Limite Plástico y un 8.77% de Índice de Plasticidad.
- De 2.10 m a 3.00 m: Arcilla limosa ligeramente arenosa, de color marrón claro, en estado compacto, de plasticidad media, con 21.49% de contenido de humedad, 0.00% de contenido de gravas, 22.62% de arena y un 77.38% de material fino que pasa la malla N° 200, presentando un 36.90% de Limite Liquido, 20.70% de Limite Plástico y un 16.20% de Índice de Plasticidad.

La descripción de la estratigrafía geotécnica puede ser apreciada en los registros de excavación ubicada en los Anexos del presente informe.



Foto 05: Vista panorámica donde se aprecia la Calicata C-1:

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Foto 06: Vista de fondo de la Calicata C-1.



Foto 07: Vista panorámica tomada donde se aprecia la Calicata C-2.



Foto 08: Vista de fondo de la Calicata C-2.



Foto 09: Vista panorámica donde se aprecia la Calicata C-3.



Foto 10: Vista de fondo de la Calicata C-3.

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.
Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
C.P. 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

3.7. PROPIEDADES FÍSICAS Y PARÁMETROS DE COMPORTAMIENTO

Los parámetros físicos de los materiales encontrados en el subsuelo del área de estudio del proyecto: "EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO", son determinadas a partir de los ensayos de laboratorio y ensayos de campo los que fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto de la empresa "Geoincosur Ingenieros Consultora Constructora S.C.R. Ltda", bajo las Normas de la American Society For Testing and Materials (A.S.T.M) y Normas Técnico Peruanas.

Con fines de cálculo la estratigrafía y el tipo de suelo encontrado en la zona al nivel de la cimentación se puede simplificarse en arenas arcillosas, limos arcillosos y arcillas limosas semicompactas a compactas (SC, ML, CL), suelos en donde se proyectan cimentar las estructuras.

En la tabla T-02 se muestra los resultados obtenidos en laboratorio de las distintas muestras de suelo de las calicatas exploradas.

Tabla T-02: Resultados de Ensayos de Laboratorio

Calicata	Profundidad (m)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	Limite Liquido (%)	Limite Plástico (%)	IP (%)	SUCS	Densidad Natural (gr/cm³)	Humedad Natural (%)	Ang. Fric. ϕ	Cohesión (Kg/cm²)
C-1	0.00 – 1.50	1.88	41.63	56.49	N.P.	N.P.	N.T.	ML	—	22.42	—	—
C-1	1.50 – 3.00	0.29	11.54	88.17	35.27	19.16	16.11	CL	1.96	22.09	17.10°	0.23
C-2	0.00 – 1.50	5.62	87.79	6.59	N.P.	N.P.	N.T.	SP-SM	—	11.49	—	—
C-2	1.50 – 3.00	1.07	54.15	44.78	21.41	14.77	6.64	SC-SM	1.92	6.68	16.60°	0.23
C-3	0.00 – 2.10	9.09	20.33	70.58	25.43	16.66	8.77	CL	1.79	19.05	—	—
C-3	2.10 – 3.00	0.00	22.62	77.38	36.90	20.70	16.20	CL	1.82	21.49	15.90°	0.22

Para el cálculo de la capacidad portante del proyecto: "EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO", se considera las características de los materiales más favorables que se encuentra en la zona de estudio, para este caso se ha considerado los materiales de arenas arcillosas, limos arcillosos y arcillas limosas semicompactas a compactas (SC, ML, CL).

4. ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN

4.1. Tipo y Profundidad de Cimentación

De acuerdo a la naturaleza del terreno de cimentación, se recomienda utilizar cimentaciones superficiales, mediante zapatas cuadradas o rectangulares.

En base al perfil estratigráfico obtenido en los 3 sectores, se recomienda el uso de zapatas cuadradas o rectangulares. La profundidad de cimentación propuesta para las obras planteadas es de 2.00 m como mínimo, pero esta cota será corroborada con la profundidad de socavación calcula en el estudio hidrológico y el empotramiento mínimo será 1.50m por debajo de la socavación producida por el rio Huancané.

4.2. Calculo de la Capacidad de Carga Admisible

Se ha determinado la capacidad de carga admisible del terreno de cimentación empleando la ecuación Terzaghi y Peck (1967) con los parámetros de Vesic (1973)

$$q_{ult} = CN_c S_c + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_\gamma S_\gamma + \gamma_1 D_f N_q S_q$$

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}$$

q_{ult} = Capacidad de Carga Última

q_{adm} = Capacidad de Carga Admisible

FS = Factor de Seguridad

γ_1 = Peso Específico del Terreno Superficial

γ_2 = Peso Específico del Estrato Portante

B = Ancho de la Cimentación

D_f = Profundidad de Cimentación

N_c, N_γ, N_q = Factores de Capacidad de Carga

ϕ = Angulo de Fricción del Terreno

C = Cohesión

S_c, S_γ, S_q = Factores de Forma

Geocosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

En el siguiente cuadro se puede apreciar la capacidad de carga del suelo de fundación.

Profundidad de Cimentación (Df)	Ancho de la Cimentación (B)	Sector Tumanta Jinchuyo C-1	Sector Casajavira C-2	Sector Keachi C-3
		Qadm (Kg/cm ²)	Qadm (Kg/cm ²)	Qadm (Kg/cm ²)
2.00 m	2.00 m	1.02	0.97	0.84
2.00 m	2.50 m	1.04	0.98	0.85
2.00 m	3.00 m	1.06	1.00	0.86
2.50 m	2.00 m	1.23	1.16	1.00
2.50 m	2.50 m	1.25	1.18	1.02
2.50 m	3.00 m	1.26	1.19	1.03

3.00 m	2.00 m	1.43	1.36	1.17
3.00 m	2.50 m	1.45	1.37	1.18
3.00 m	3.00 m	1.47	1.39	1.20
3.50 m	2.00 m	1.64	1.55	1.34
3.50 m	2.50 m	1.68	1.57	1.35
3.50 m	3.00 m	1.67	1.58	1.36

4.3. Cálculo de Asentamientos

Cálculo de Asentamientos

Aplicando el Método Elástico:

$$S_i = \frac{q(\alpha B')(1 - \mu^2)}{E_s} I_s I_f$$

Donde

S_i	:	Asentamiento (mm)
q	:	Capacidad Admisible de Carga (kg/cm ²)
B	:	Ancho de la Zapata
μ^2	:	Relación de Poisson
E_s	:	Módulo de Elasticidad
I_s	:	Factor de Forma
I_f	:	Factor de Profundidad

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron adoptadas a partir de tablas e investigaciones publicadas de acuerdo al tipo de suelo donde irá desplantada la cimentación.

El asentamiento inmediato y el asentamiento diferencial para zapatas cuadradas planteados en el proyecto será:

Profundidad de Cimentación (Df)	Ancho de la Cimentación (B)	Sector Tumanta Jinchuyo C-1		Sector Casajavira C-2		Sector Keachi C-3	
		Asentamiento Inmediato S_i (cm)	Asentamiento Diferencial S_i (cm)	Asentamiento Inmediato S_i (cm)	Asentamiento Diferencial S_i (cm)	Asentamiento Inmediato S_i (cm)	Asentamiento Diferencial S_i (cm)
2.00 m	2.50 m	1.05	0.79	0.70	0.53	1.05	0.79
2.50 m	2.50 m	1.31	0.98	0.88	0.66	1.31	0.98
3.00 m	2.50 m	1.58	1.18	1.05	0.79	1.58	1.18
3.50 m	2.50 m	1.84	1.38	1.23	0.92	1.84	1.38

El asentamiento diferencial será del orden del 75% del asentamiento inmediato.

En conclusión, el asentamiento diferencial tolerable está en el orden de 2 a 3 cm; el tipo de cimentación propuesto en el proyecto y con los cuales se hizo los cálculos consiste en: Zapatas cuadradas o rectangulares absorberá los asentamientos diferenciales e inmediatos del proyecto.

 **Geocosur Ingenieros**
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.
Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, a las características del proyecto y al análisis efectuado, se concluye lo siguiente:

- El perfil de suelo es homogéneo y está conformado por un depósito de origen cuaternario aluvial y lacustre compuesto por arenas limosas y arcillas limosas de consistencia semicompactas a compactas.
- El perfil del suelo registrado en la calicata realizada hasta la profundidad explorada, está conformado por:

CALICATA C-1:

- De 0.00 m a 1.50 m: Limo arenoso ligeramente arcilloso, de color marrón claro, en estado semicompacto a compacto, de plasticidad baja a nula, con 22.42% de contenido de humedad, 1.88% de contenido de gravas, 41.63% de arena y un 56.49% de material fino que pasa la malla N° 200.
- De 1.50 m a 3.00 m: Arcilla limosa ligeramente arenosa, de color marrón claro, en estado compacto, de plasticidad media, con 22.09% de contenido de humedad, 0.29% de contenido de gravas, 11.54% de arena y un 88.17% de material fino que pasa la malla N° 200, presentando un 35.27% de Limite Líquido, 19.16% de Limite Plástico y un 16.11% de Índice de Plasticidad.

CALICATA C-2:

- De 0.00 m a 1.50 m: Arena mal graduada ligeramente limosa, de color marrón claro, en estado semicompacto a compacto, de plasticidad nula, con 11.49% de contenido de humedad, 5.62% de contenido de gravas, 87.79% de arena y un 6.59% de material fino que pasa la malla N° 200.
- De 1.50 m a 3.00 m: Arena arcillosa ligeramente limosa, de color marrón claro, en estado compacto, de plasticidad baja, con 6.66% de contenido de humedad, 1.07% de contenido de gravas, 54.15% de arena y un 44.78% de material fino que pasa la malla N° 200, presentando un 21.41% de Limite Líquido, 14.77% de Limite Plástico y un 6.64% de Índice de Plasticidad.

CALICATA C-3:

- De 0.00 m a 2.10 m: Arcilla limosa ligeramente arenosa, de color marrón claro, en estado semicompacto a compacto, de plasticidad baja, con 19.05% de contenido de humedad, 9.09% de contenido de gravas, 20.33% de arena y un 70.58% de material fino que pasa la malla N° 200, presentando un 25.43% de Limite Líquido, 16.66% de Limite Plástico y un 8.77% de Índice de Plasticidad.
- De 2.10 m a 3.00 m: Arcilla limosa ligeramente arenosa, de color marrón claro, en estado compacto, de plasticidad media, con 21.49% de contenido de humedad, 0.00% de contenido de gravas, 22.62% de arena y un 77.38% de material fino que pasa la malla N° 200, presentando un 36.90% de Limite Líquido, 20.70% de Limite Plástico y un 16.20% de Índice de Plasticidad.
- En la zona en estudio y particularmente en las calicatas realizadas no se ha encontrado nivel de napa freática hasta las profundidades excavadas.
- Las características físico mecánicas del material encontrado en la zona hasta el nivel de exploración es el siguiente:

 **Geoincosur Ingenieros**
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
C.P. 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Calicata	Profundidad (m)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	IP (%)	SUCS	Densidad Natural (gr/cm³)	Humedad Natural (%)	Ang. Fric. ϕ	Cohesión (Kg/cm²)
C-1	0.00 – 1.50	1.88	41.63	56.49	N.P.	N.P.	N.T.	ML	—	22.42	—	—
C-1	1.50 – 3.00	0.29	11.54	88.17	35.27	19.16	16.11	CL	1.96	22.09	17.10°	0.23
C-2	0.00 – 1.50	5.62	87.79	6.59	N.P.	N.P.	N.T.	SP-SM	—	11.49	—	—
C-2	1.50 – 3.00	1.07	54.15	44.78	21.41	14.77	6.64	SC-SM	1.92	6.68	16.60°	0.23
C-3	0.00 – 2.10	9.09	20.33	70.58	25.43	16.66	8.77	CL	1.79	19.05	—	—
C-3	2.10 – 3.00	0.00	22.62	77.38	36.90	20.70	16.20	CL	1.82	21.49	15.90°	0.22

- Finalmente se concluye que la capacidad de carga calculada para el proyecto según a la profundidad de cimentación y parámetros geométricos de la zapata es:

Profundidad de Cimentación (Df)	Ancho de la Cimentación (B)	Sector Tumanta Jinchuyo C-1	Sector Casajavira C-2	Sector Keachi C-3
		Qadm (Kg/cm²)	Qadm (Kg/cm²)	Qadm (Kg/cm²)
2.00 m	2.00 m	1.02	0.97	0.84
2.00 m	2.50 m	1.04	0.98	0.85
2.00 m	3.00 m	1.06	1.00	0.86
2.50 m	2.00 m	1.23	1.16	1.00
2.50 m	2.50 m	1.25	1.18	1.02
2.50 m	3.00 m	1.26	1.19	1.03
3.00 m	2.00 m	1.43	1.36	1.17
3.00 m	2.50 m	1.45	1.37	1.18
3.00 m	3.00 m	1.47	1.39	1.20
3.50 m	2.00 m	1.64	1.55	1.34
3.50 m	2.50 m	1.68	1.57	1.35
3.50 m	3.00 m	1.67	1.58	1.36

- Los asentamientos diferenciales e inmediatos calculados para el proyecto son:

Profundidad de Cimentación (Df)	Ancho de la Cimentación (B)	Sector Tumanta Jinchuyo C-1		Sector Casajavira C-2		Sector Keachi C-3	
		Asentamiento Inmediato S_i (cm)	Asentamiento Diferencial S_d (cm)	Asentamiento Inmediato S_i (cm)	Asentamiento Diferencial S_d (cm)	Asentamiento Inmediato S_i (cm)	Asentamiento Diferencial S_d (cm)
2.00 m	2.50 m	1.05	0.79	0.70	0.53	1.05	0.79
2.50 m	2.50 m	1.31	0.98	0.88	0.66	1.31	0.98
3.00 m	2.50 m	1.58	1.18	1.05	0.79	1.58	1.18
3.50 m	2.50 m	1.84	1.38	1.23	0.92	1.84	1.38

- El cálculo de la capacidad portante y asentamiento diferencial en el suelo de fundación fueron calculados a la profundidad de -2.00 m, -2.50 m -3.00 m y -3.50 m, con la finalidad de dar una adecuado un empotramiento de la misma.

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIR: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

RECOMENDACIONES

- La profundidad mínima a la cual será cimentada las estructuras del proyecto será a la profundidad de - 2.00 m.
- Se recomienda que la profundidad de cimentación sea 1.50 por debajo de la profundidad de socavación la cual está contemplada en el estudio hidrológico.
- Se recomienda realizar de ser necesario subzapatas de concreto ciclópeo de 0.30m de espesor, dicha subzapata tendrá una proporción 1:10, con un $f'c$ mínimo 175 kg/cm² con adición de piedra grande de 5" – 8" representando está un máximo de 30% del volumen total de la mezcla, el cual estará por debajo del nivel de fundación planteado para el proyecto.
- El estudio de suelos efectuado es válido exclusivamente para el proyecto: "EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO".

Huancané, 09 de julio del 2021.


 **Geocosur Ingenieros**
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.
.....
Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORIEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

BIBLIOGRAFÍA

- TITULO: Manual de laboratorio de Mecánica de Suelos
AUTOR: Ing. Joseph E. Bowles
EDITORIAL: McGraw - Hill (Bogota - Colombia)
AÑO: 1980
- TITULO: Mecánica de Suelos I, II y III
AUTOR: Juárez Badillo – Rico Rodriguez
EDITORIAL: Limusa (Mexico)
AÑO: 1985
- Alva Hurtado J. (1992), "Mecánica de Suelos Aplicada a Cimentaciones", Capítulo de Estudiantes ACI-UNI, Lima.
- Lambe T.W. y Whitman R.V. (1969), "Soil Mechanics", John Wiley, New York.
- Terzaghi K. y Peck R.B. (1967), "Soil Mechanics in Engineering Practice", John Wiley, New York.
- Vesic A. (1973), "Análisis de la Capacidad de Carga de Cimentaciones Superficiales", JSMFED, ASCE, Vol. 99.
- CAPECO (1997); Reglamento Nacional de Construcciones de Lima.
- BRAJA M. Das. "Principios de Ingeniería de Cimentaciones". Cuarta edición.

CALCULO CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS

 **Geomcosur Ingenieros**
Consultora Constructora S.C.R.Lda

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORIEGA
CIP 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

CALCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE

PROYECTO: EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO
UBICACIÓN: SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO
SOLICITADO: Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

REALIZADO: Ing. A.F.V.N.
REVISADO: Ing. A.F.V.N.
FECHA : 8/07/2021

SECTOR: TUMANTA JINCHUYO - CALICATA C-1

Para evaluar la capacidad de carga admisible del terreno de cimentación, se ha considerado que el peso del muro de suelo reforzado será transmitido al terreno a través de un elemento de cimentación flexible. En consecuencia se ha utilizado la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesio (1973), la cual está dada por la siguiente expresión:

$$q_{ult} = CN_c S_c + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_{\gamma} S_{\gamma} + \gamma_1 D_f N_q S_q$$

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}$$

Tipo de Falla		
$\phi =$	17.1	°
$C =$	0.23	tn/m ²

Donde :

q_{ult} = Capacidad de Carga Última
 q_{adm} = Capacidad de Carga Admisible
FS = Factor de Seguridad
 γ_1 = Peso Específico del Terreno Superficial
 γ_2 = Peso Específico del Estrato Portante
B = Ancho de la Cimentación
 D_f = Profundidad de Cimentación
 N_c, N_{γ}, N_q = Factores de Capacidad de Carga
 ϕ = Angulo de Fricción del Terreno
C = Cohesión
 S_c, S_{γ}, S_q = Factores de Forma

DATOS:		
$\phi =$	17.10	°
$C =$	0.23	tn/m ²
$\gamma_1 =$	1.96	tn/m ³
$\gamma_2 =$	2.00	tn/m ³
B=	2.00	m
Longitud =	3.00	m
FS =	3.00	

RESULTADOS											
D_f (m)	B (m)	L (m)	N_c	N_{γ}	N_q	S_c	S_{γ}	S_q	Q_{ult} (tn/m ²)	Q_{adm} (tn/m ²)	Q_{adm} (Kg/cm ²)
2.00	2.00	2.00	12.41	1.70	4.82	1.39	0.60	1.31	30.70	10.23	1.02
2.00	2.50	2.50	12.41	1.70	4.82	1.39	0.60	1.31	31.20	10.40	1.04
2.00	3.00	3.00	12.41	1.70	4.82	1.39	0.60	1.31	31.71	10.57	1.06
2.50	2.00	2.00	12.41	1.70	4.82	1.39	0.60	1.31	36.87	12.29	1.23
2.50	2.50	2.50	12.41	1.70	4.82	1.39	0.60	1.31	37.38	12.46	1.25
2.50	3.00	3.00	12.41	1.70	4.82	1.39	0.60	1.31	37.89	12.63	1.26
3.00	2.00	2.00	12.41	1.70	4.82	1.39	0.60	1.31	43.05	14.35	1.43
3.00	2.50	2.50	12.41	1.70	4.82	1.39	0.60	1.31	43.55	14.52	1.45
3.00	3.00	3.00	12.41	1.70	4.82	1.39	0.60	1.31	44.06	14.69	1.47
3.50	2.00	2.00	12.41	1.70	4.82	1.39	0.60	1.31	49.22	16.41	1.64
3.50	2.50	2.50	12.41	1.70	4.82	1.39	0.60	1.31	49.73	16.58	1.66
3.50	3.00	3.00	12.41	1.70	4.82	1.39	0.60	1.31	50.24	16.75	1.67

G **Gepincosur Ingenieros**
Consultora Constructora S.C. de C.V.
Ing. ANGEL FERNANDO VILA VILA NORJEGA
C.P. 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO

PROYECTO: EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RÍO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO
UBICACIÓN: SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO
SOLICITADO: Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara
REALIZADO Ing. A.F.V.N.
REVISADO: Ing. A.F.V.N.
FECHA : 8/07/2021
SECTOR: TUMANTA JINCHUYO - CALICATA C-1

Cimentación	Valores de If (cm/m)		
Cuadrada	Rígida		82
	Flexible	Centro	112
		Esquina	56
		Medio	95
Circular	Rígida		88
	Flexible	Centro	100
		Esquina	64
		Medio	85
Rectangular	Rígida		210
L/B =>10	Flexible	Centro	254
		Esquina	127
		Medio	225
Rectangular	Rígida		120
L/B =2	Flexible	Centro	153
		Esquina	77
		Medio	130
Rectangular	Rígida		170
L/B =5	Flexible	Centro	210
		Esquina	105
		Medio	183

Poisson (u)	0.25
Módulo de Elasticidad (ton/m ²)	1000.00

Tipo de Cimentación	Df (m)	B (m)	qadm (ton/m ²)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Cuadrada	2.00	2.50	4.00	0.77	1.05	0.53	0.89
	2.50	2.50	5.00	0.96	1.31	0.66	1.11
	3.00	2.50	6.00	1.15	1.58	0.79	1.34
	3.50	2.50	7.00	1.35	1.84	0.92	1.56
Circular	2.00	2.50	4.00	0.83	0.94	0.60	0.80
	2.50	2.50	5.00	1.03	1.17	0.75	1.00
	3.00	2.50	6.00	1.24	1.41	0.90	1.20
	3.50	2.50	7.00	1.44	1.64	1.05	1.39
Rectangular (L/B =>10)	2.00	2.50	4.00	1.97	2.38	1.19	2.11
	2.50	2.50	5.00	2.46	2.98	1.49	2.64
	3.00	2.50	6.00	2.95	3.57	1.79	3.16
	3.50	2.50	7.00	3.45	4.17	2.08	3.69
Rectangular L/B =2	2.00	2.50	4.00	1.13	1.43	0.72	1.22
	2.50	2.50	5.00	1.41	1.79	0.90	1.52
	3.00	2.50	6.00	1.69	2.15	1.08	1.83
	3.50	2.50	7.00	1.97	2.51	1.26	2.13
Rectangular L/B =5	2.00	2.50	4.00	1.59	1.97	0.98	1.72
	2.50	2.50	5.00	1.99	2.46	1.23	2.14
	3.00	2.50	6.00	2.39	2.95	1.48	2.57
	3.50	2.50	7.00	2.79	3.45	1.72	3.00

CALCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE

PROYECTO: EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO
UBICACIÓN: SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO
SOLICITADO: Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

REALIZADO: Ing. A.F.V.N.
REVISADO: Ing. A.F.V.N.
FECHA : 8/07/2021

SECTOR: CASAJAVIRA - CALICATA C-2

Para evaluar la capacidad de carga admisible del terreno de cimentación, se ha considerado que el peso del muro de suelo reforzado será transmitido al terreno a través de un elemento de cimentación flexible. En consecuencia se ha utilizado la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1973), la cual está dada por la siguiente expresión:

$$q_{ult} = CN_c S_c + \frac{1}{2} \gamma_z B \gamma_1 S_\gamma + \gamma_1 D_f N_q S_q$$

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}$$

Tipo de Falla	
$\phi =$	16.6
$C =$	0.23 tn/m ²

Donde :

- q_{ult} = Capacidad de Carga Última
- q_{adm} = Capacidad de Carga Admisible
- FS = Factor de Seguridad
- γ_1 = Peso Específico del Terreno Superficial
- γ_2 = Peso Específico del Estrato Portante
- B = Ancho de la Cimentación
- D_f = Profundidad de Cimentación
- N_c, N_q, N_ϕ = Factores de Capacidad de Carga
- ϕ = Angulo de Fricción del Terreno
- C = Cohesión
- S_c, S_γ, S_q = Factores de Forma

DATOS:		
$\phi =$	16.60	°
$C =$	0.23	tn/m ²
$\gamma_1 =$	1.96	tn/m ³
$\gamma_2 =$	2.00	tn/m ³
$B =$	2.00	m
Longitud =	3.00	m
$FS =$	3.00	

RESULTADOS											
D_f (m)	B (m)	L (m)	N_c	N_q	N_ϕ	S_c	S_γ	S_q	Q_{ult} (tn/m ²)	Q_{adm} (tn/m ²)	Q_{adm} (Kg/cm ²)
2.00	2.00	2.00	12.05	1.54	4.59	1.38	0.60	1.30	29.04	9.68	0.97
2.00	2.50	2.50	12.05	1.54	4.59	1.38	0.60	1.30	29.51	9.84	0.98
2.00	3.00	3.00	12.05	1.54	4.59	1.38	0.60	1.30	29.97	9.99	1.00
2.50	2.00	2.00	12.05	1.54	4.59	1.38	0.60	1.30	34.89	11.63	1.16
2.50	2.50	2.50	12.05	1.54	4.59	1.38	0.60	1.30	35.35	11.78	1.18
2.50	3.00	3.00	12.05	1.54	4.59	1.38	0.60	1.30	35.81	11.94	1.19
3.00	2.00	2.00	12.05	1.54	4.59	1.38	0.60	1.30	40.73	13.58	1.36
3.00	2.50	2.50	12.05	1.54	4.59	1.38	0.60	1.30	41.19	13.73	1.37
3.00	3.00	3.00	12.05	1.54	4.59	1.38	0.60	1.30	41.65	13.88	1.39
3.50	2.00	2.00	12.05	1.54	4.59	1.38	0.60	1.30	46.57	15.52	1.55
3.50	2.50	2.50	12.05	1.54	4.59	1.38	0.60	1.30	47.03	15.68	1.57
3.50	3.00	3.00	12.05	1.54	4.59	1.38	0.60	1.30	47.49	15.83	1.58

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO

PROYECTO: EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RÍO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO
UBICACIÓN: SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO
SOLICITADO: Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara
REALIZADO Ing. A.F.V.N.
REVISADO: Ing. A.F.V.N.
FECHA : 8/07/2021
SECTOR: CASA JAVIRA - CALICATA C-2

Cimentación	Valores de If (cm/m)	
Cuadrada	Rígida	82
	Flexible	Centro 112
		Esquina 56
		Medio 95
Circular	Rígida	88
	Flexible	Centro 100
		Esquina 64
		Medio 85
Rectangular	Rígida	210
L/B =>10	Flexible	Centro 254
		Esquina 127
		Medio 225
Rectangular	Rígida	120
L/B =2	Flexible	Centro 153
		Esquina 77
		Medio 130
Rectangular	Rígida	170
L/B =5	Flexible	Centro 210
		Esquina 105
		Medio 183

Poisson (u)	0.25
Módulo de Elasticidad (ton/m ²)	1500.00

Tipo de Cimentación	Df (m)	B (m)	qadm (ton/m ²)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Cuadrada	2.00	2.50	4.00	0.51	0.70	0.35	0.59
	2.50	2.50	5.00	0.64	0.88	0.44	0.74
	3.00	2.50	6.00	0.77	1.05	0.53	0.89
	3.50	2.50	7.00	0.90	1.23	0.61	1.04
Circular	2.00	2.50	4.00	0.55	0.63	0.40	0.53
	2.50	2.50	5.00	0.69	0.78	0.50	0.66
	3.00	2.50	6.00	0.83	0.94	0.60	0.80
	3.50	2.50	7.00	0.96	1.09	0.70	0.93
Rectangular (L/B =>10)	2.00	2.50	4.00	1.31	1.59	0.79	1.41
	2.50	2.50	5.00	1.64	1.98	0.99	1.76
	3.00	2.50	6.00	1.97	2.38	1.19	2.11
	3.50	2.50	7.00	2.30	2.78	1.39	2.46
Rectangular L/B =2	2.00	2.50	4.00	0.75	0.96	0.48	0.81
	2.50	2.50	5.00	0.94	1.20	0.60	1.02
	3.00	2.50	6.00	1.13	1.43	0.72	1.22
	3.50	2.50	7.00	1.31	1.67	0.84	1.42
Rectangular L/B =5	2.00	2.50	4.00	1.06	1.31	0.66	1.14
	2.50	2.50	5.00	1.33	1.64	0.82	1.43
	3.00	2.50	6.00	1.59	1.97	0.98	1.72
	3.50	2.50	7.00	1.86	2.30	1.15	2.00

CALCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE

PROYECTO: EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO
UBICACIÓN: SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO
SOLICITADO: Bach. José David Liza Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

REALIZADO: Ing. A.F.V.N.
REVISADO: Ing. A.F.V.N.
FECHA : 08/07/2021

SECTOR: KEACHI - CALICATA C-3

Para evaluar la capacidad de carga admisible del terreno de cimentación, se ha considerado que el peso del muro de suelo reforzado será transmitido al terreno a través de un elemento de cimentación flexible. En consecuencia se ha utilizado la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1973), la cual está dada por la siguiente expresión:

$$q_{ult} = CN_c S_c + \frac{1}{2} \gamma_z B N_{\gamma} S_{\gamma} + \gamma_1 D_f N_q S_q$$

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}$$

Tipo de Falla	
$\phi =$	15.9
$C =$	0.22 tn/m ²

Donde:

- q_{ult} = Capacidad de Carga Última
- q_{adm} = Capacidad de Carga Admisible
- FS = Factor de Seguridad
- γ_1 = Peso Especifico del Terreno Superficial
- γ_z = Peso Especifico del Estrato Portante
- B = Ancho de la Cimentación
- D_f = Profundidad de Cimentación
- N_c, N_{γ}, N_q = Factores de Capacidad de Carga
- ϕ = Angulo de Fricción del Terreno
- C = Cohesión
- S_c, S_{γ}, S_q = Factores de Forma

DATOS:		
$\phi =$	15.90	°
$C =$	0.22	tn/m ²
$\gamma_1 =$	1.82	tn/m ³
$\gamma_z =$	1.88	tn/m ³
$B =$	2.00	m
Longitud =	3.00	m
$FS =$	3.00	

RESULTADOS											
D_f (m)	B (m)	L (m)	N_c	N_{γ}	N_q	S_c	S_{γ}	S_q	Q_{ult} (tn/m ²)	Q_{adm} (tn/m ²)	Q_{adm} (Kg/cm ²)
2.00	2.00	2.00	11.56	1.35	4.29	1.37	0.60	1.28	25.09	8.36	0.84
2.00	2.50	2.50	11.56	1.35	4.29	1.37	0.60	1.28	25.47	8.49	0.85
2.00	3.00	3.00	11.56	1.35	4.29	1.37	0.60	1.28	25.85	8.62	0.86
2.50	2.00	2.00	11.56	1.35	4.29	1.37	0.60	1.28	30.11	10.04	1.00
2.50	2.50	2.50	11.56	1.35	4.29	1.37	0.60	1.28	30.49	10.16	1.02
2.50	3.00	3.00	11.56	1.35	4.29	1.37	0.60	1.28	30.87	10.29	1.03
3.00	2.00	2.00	11.56	1.35	4.29	1.37	0.60	1.28	35.13	11.71	1.17
3.00	2.50	2.50	11.56	1.35	4.29	1.37	0.60	1.28	35.51	11.84	1.18
3.00	3.00	3.00	11.56	1.35	4.29	1.37	0.60	1.28	35.89	11.96	1.20
3.50	2.00	2.00	11.56	1.35	4.29	1.37	0.60	1.28	40.15	13.38	1.34
3.50	2.50	2.50	11.56	1.35	4.29	1.37	0.60	1.28	40.53	13.51	1.35
3.50	3.00	3.00	11.56	1.35	4.29	1.37	0.60	1.28	40.91	13.64	1.36

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO

PROYECTO: EVALUACION DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO
UBICACIÓN: SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO
SOLICITADO: Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara
REALIZADO Ing. A.F.V.N.
REVISADO: Ing. A.F.V.N.
FECHA : 8/07/2021
SECTOR: KEACHI - CALICATA C-3

Cimentación	Valores de If (cm/m)		
Cuadrada	Rígida		82
	Flexible	Centro	112
		Esquina	56
		Medio	95
Circular	Rígida		88
	Flexible	Centro	100
		Esquina	64
		Medio	85
Rectangular	Rígida		210
L/B =>10	Flexible	Centro	254
		Esquina	127
		Medio	225
Rectangular	Rígida		120
L/B =2	Flexible	Centro	153
		Esquina	77
		Medio	130
Rectangular	Rígida		170
L/B =5	Flexible	Centro	210
		Esquina	105
		Medio	183

Poisson (u)	0.25
Módulo de Elasticidad (ton/m2)	1000.00

Tipo de Cimentación	Df (m)	B (m)	qadm (ton/m2)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
Cuadrada	2.00	2.50	4.00	0.77	1.05	0.53	0.89
	2.50	2.50	5.00	0.96	1.31	0.66	1.11
	3.00	2.50	6.00	1.15	1.58	0.79	1.34
	3.50	2.50	7.00	1.35	1.84	0.92	1.56
Circular	2.00	2.50	4.00	0.83	0.94	0.60	0.80
	2.50	2.50	5.00	1.03	1.17	0.75	1.00
	3.00	2.50	6.00	1.24	1.41	0.90	1.20
	3.50	2.50	7.00	1.44	1.64	1.05	1.39
Rectangular (L/B =>10)	2.00	2.50	4.00	1.97	2.38	1.19	2.11
	2.50	2.50	5.00	2.46	2.98	1.49	2.64
	3.00	2.50	6.00	2.95	3.57	1.79	3.16
	3.50	2.50	7.00	3.45	4.17	2.08	3.69
Rectangular L/B =2	2.00	2.50	4.00	1.13	1.43	0.72	1.22
	2.50	2.50	5.00	1.41	1.79	0.90	1.52
	3.00	2.50	6.00	1.69	2.15	1.08	1.83
	3.50	2.50	7.00	1.97	2.51	1.26	2.13
Rectangular L/B =5	2.00	2.50	4.00	1.59	1.97	0.98	1.72
	2.50	2.50	5.00	1.99	2.46	1.23	2.14
	3.00	2.50	6.00	2.39	2.95	1.48	2.57
	3.50	2.50	7.00	2.79	3.45	1.72	3.00

ENSAYOS DE LABORATORIO

- ENSAYOS ESTANDAR
- ENSAYOS ESPECIALES

 **Geotecnica Ingenieros**
Consultora Constructora S.C.R.Ltda

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-1 **INFORME** : GNCO-0684

MUESTRA : M-1 **ING. RESP.** : ING. VERIOSKA VELASQUEZ P.

PROFUNDIDAD : 0.00 m -1.50 m **TECNICO** : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

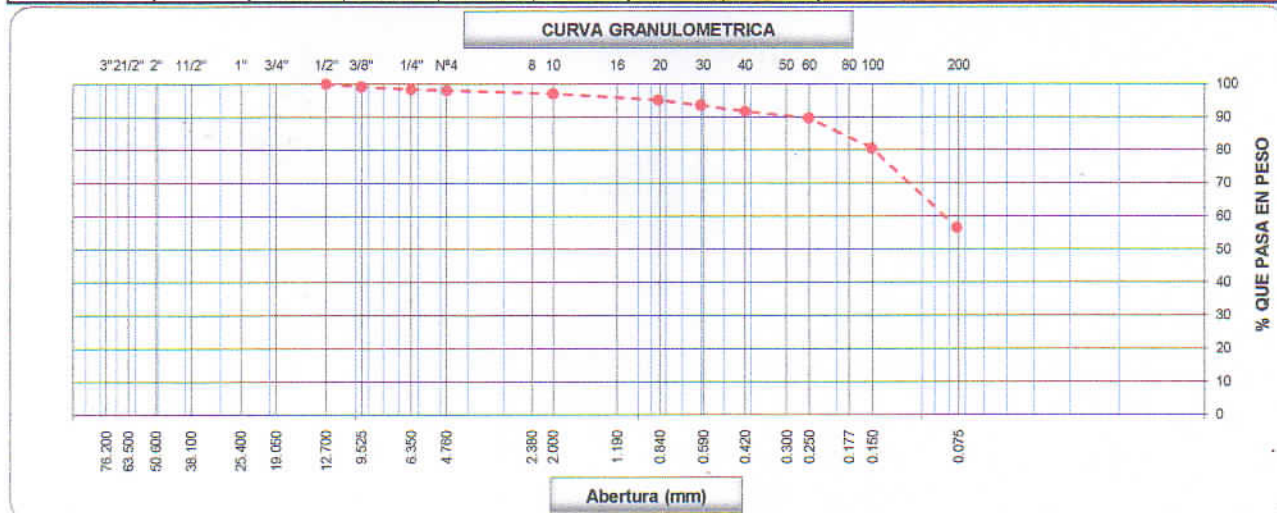
UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO **FECHA** : 28/06/2021

PROGRESIVA : --

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (gr) <u>286.30</u>
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) _____
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo <u>3/8"</u>
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal <u>3/8"</u>
1"	25.400						Grava (%) <u>1.88</u>
3/4"	19.000						Arena (%) <u>41.63</u>
1/2"	12.700				100.00		Finos (%) <u>56.49</u>
3/8"	9.520	2.50	0.87	0.87	99.13		Modulo de Fineza (%) _____
1/4"	6.350	2.20	0.77	1.64	98.36		Contenido de Humedad (%) <u>22.42</u>
N° 4	4.750	0.70	0.24	1.88	98.12		3. Clasificación
N° 8	2.360						Límite Líquido (%) <u>N.P.</u>
N° 10	2.000	3.20	1.12	3.00	97.00		Límite Plástico (%) <u>N.P.</u>
N° 16	1.190						Índice de Plasticidad (%) <u>N.T.</u>
N° 20	0.850	5.30	1.85	4.85	95.15		Clasificación SUCS <u>ML</u>
N° 30	0.600	4.30	1.50	6.35	93.65		Clasificación AASHTO <u>A-4(0)</u>
N° 40	0.420	5.50	1.92	8.27	91.73		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250	5.70	1.99	10.26	89.74		
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	26.60	9.29	19.55	80.45		
N° 200	0.075	68.60	23.96	43.51	56.49		
Pasante		161.70	56.48	99.99			



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILA VILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Dirección: Urb. San Borja Jirón Ica Lote G-14 Wanchaq - Cusco
Teléfono: 084-225640
Celular: 974-733962 ó 984994719
email: geoincosurings@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-1 INFORME : GNCO-0684

MUESTRA : M-1 ING. RESP. : ING VERIOSKA VELASQUEZ P.

PROFUNDIDAD : 0.00 m -1.50 m TECNICO : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO FECHA : 28/06/2021

PROGRESIVA : —

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

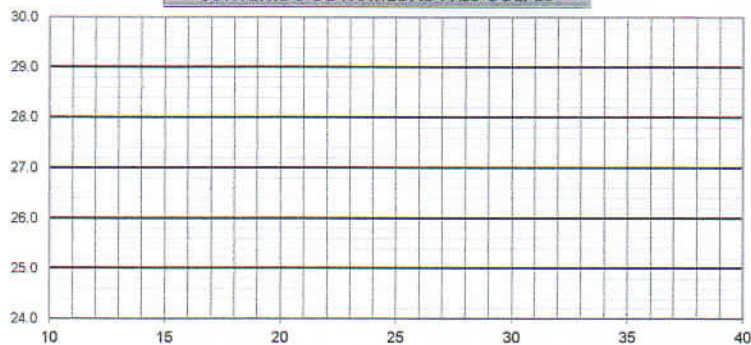
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.				
Peso de Tarro	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso del Suelo Seco	gr.				Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Numero de Golpes					

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.				
Peso de Tarro	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso de Suelo seco	gr.				Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	N.P.	N.P.		N.P.

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



No es posible efectuar el ensayo, por que las dos mitades de la muestra tienden a deslizarse bruscamente.

Constantes Fisicas de la Muestra

Limite Liquido	N.P.
Limite Plastico	N.P.
Indice de Plasticidad	N.T.

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILA VILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Dirección: Urb. San Borja Jirón Ica Lote G-14 Wanchaq - Cusco
Teléfono: 084-225640
Celular: 974-733962 ó 984994719
email: geoincosurings@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-1

INFORME : GNCO-0684

MUESTRA : M-1

ING. RESP. : ING VERIOSKA VELASQUEZ P.

PROFUNDIDAD : 0.00 m -1.50 m

TECNICO : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

FECHA : 28/06/2021

PROGRESIVA : ---

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	36.50	35.50
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	295.60	286.40
Peso de la tara + muestra seca (gr)	248.10	240.50
Peso del agua contenida (gr)	47.50	45.90
Peso de la muestra seca (gr)	211.60	205.00
Contenido de Humedad (%)	22.45	22.39
Contenido de Humedad Promedio (%)	22.42	

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RÍO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-1 **INFORME** : GNCO-0684

MUESTRA : M-2 **ING. RESP.** : ING. VERIOSKA VELASQUEZ P.

PROFUNDIDAD : 1.50 m - 3.00 m **TECNICO** : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

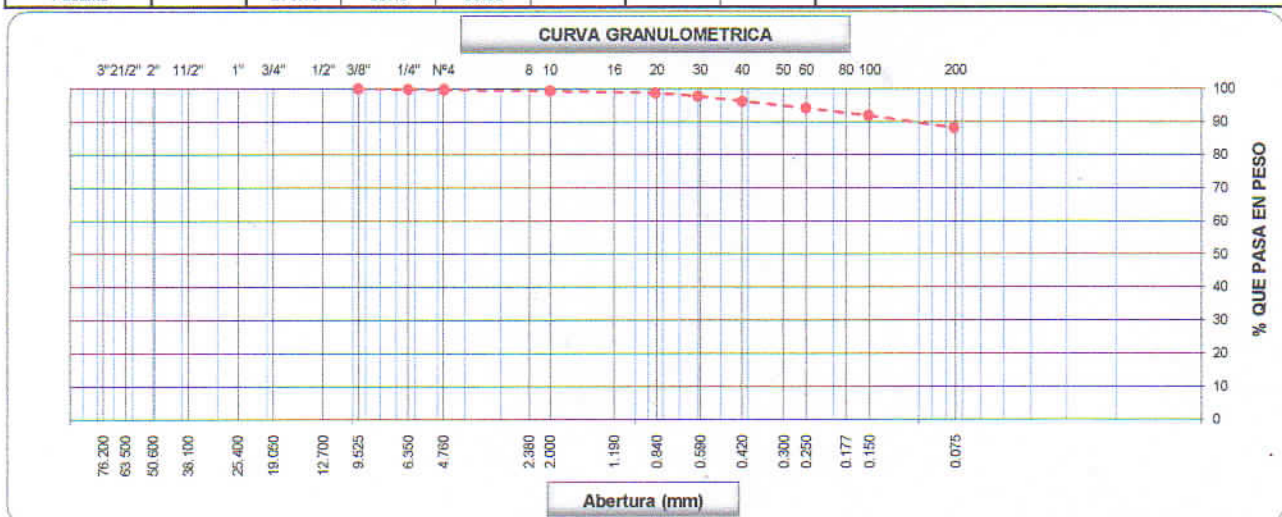
UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO **FECHA** : 28/06/2021

PROGRESIVA : —

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (gr) 313.20
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo 3/8"
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal 1/4"
1"	25.400						Grava (%) 0.29
3/4"	19.000						Arena (%) 11.54
1/2"	12.700						Finos (%) 88.17
3/8"	9.520				100.00		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350	0.40	0.13	0.13	99.87		Contenido de Humedad (%) 22.09
N° 4	4.750	0.50	0.16	0.29	99.71		3. Clasificación
N° 8	2.360						Límite Líquido (%) 35.27
N° 10	2.000	1.10	0.35	0.64	99.36		Límite Plástico (%) 19.16
N° 16	1.190						Índice de Plasticidad (%) 16.11
N° 20	0.850	2.30	0.73	1.37	98.63		Clasificación SUCS CL
N° 30	0.600	2.80	0.89	2.26	97.74		Clasificación AASHTO A-6(14)
N° 40	0.420	4.40	1.40	3.66	96.34		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250	6.90	2.20	5.86	94.14		
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	7.20	2.30	8.16	91.84		
N° 200	0.075	11.50	3.67	11.83	88.17		
Pasante		276.10	88.15	99.98			



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Geotecnica Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Dirección: Urb. San Borja Jirón Ica Lote G-14 Wanchaq - Cusco
Teléfono: 084-225840
Celular: 974-733962 ó 984994719
email: geotecnicaingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-1

MUESTRA : M-2

PROFUNDIDAD : 1.50 m - 3.00 m

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

PROGRESIVA : —

SOLICITADO POR : Bach. José David Liza Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

INFORME : GNCO-0684

ING. RESP. : ING VERIOSKA VELASQUEZ P.

TECNICO : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

FECHA : 28/06/2021

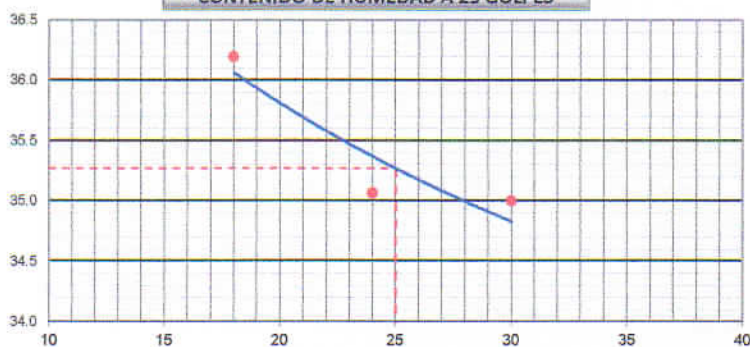
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		T-28	T-24	T-5	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	40.20	32.80	37.60	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	34.30	27.40	32.00	
Peso de Tarro	gr.	18.00	12.00	16.00	
Peso de Agua	gr.	5.90	5.40	5.60	
Peso del Suelo Seco	gr.	16.30	15.40	16.00	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	36.20	35.06	35.00	35.27
Numero de Golpes		18	24	30	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		B-1	B-10	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	16.20	13.50	
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	15.10	12.30	
Peso de Tarro	gr.	9.20	6.20	
Peso de Agua	gr.	1.10	1.20	
Peso de Suelo seco	gr.	5.90	6.10	Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	18.64	19.67	19.16

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Físicas de la Muestra

Limite Liquido	35.27
Limite Plastico	19.16
Indice de Plasticidad	16.11

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geotecnica Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geotecnica Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
C.P. 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Geomcosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Dirección: Urb. San Borja Jirón los Lote G-14 Wanchaq - Cusco
Teléfono: 084-225640
Celular: 974-733962 ó 984994719
email: geomcosurings@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-1

INFORME : GNCO-0684

MUESTRA : M-2

ING. RESP. : ING VERIOSKA VELASQUEZ P.

PROFUNDIDAD : 1.50 m - 3.00 m

TECNICO : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

FECHA : 28/06/2021

PROGRESIVA : ---

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	40.70	42.50
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	271.50	325.60
Peso de la tara + muestra seca (gr)	229.80	274.30
Peso del agua contenida (gr)	41.70	51.30
Peso de la muestra seca (gr)	189.10	231.80
Contenido de Humedad (%)	22.05	22.13
Contenido de Humedad Promedio (%)	22.09	

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geomcosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geomcosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RÍO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-2

INFORME : GNCO-0684

MUESTRA : M-1

ING. RESP. : ING. VERIOSKA VELASQUEZ P.

PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m

TECNICO : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

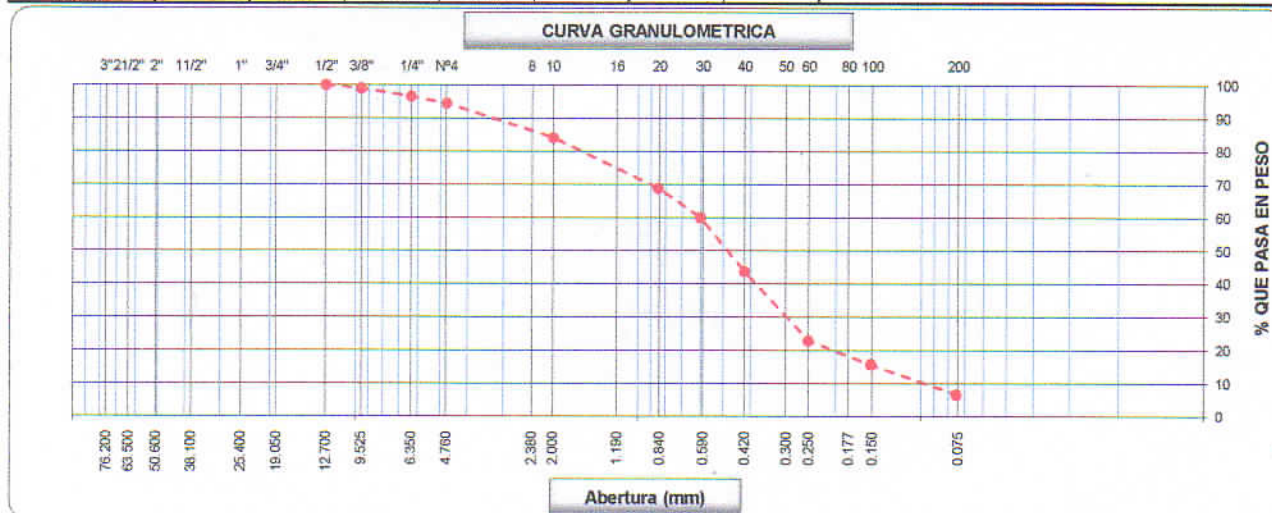
FECHA : 28/06/2021

PROGRESIVA : —

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (gr) 752.10
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo 3/8"
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal 3/8"
1"	25.400						Grava (%) 5.62
3/4"	19.000						Arena (%) 87.79
1/2"	12.700				100.00		Finos (%) 6.59
3/8"	9.520	7.20	0.96	0.96	99.04		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350	18.30	2.43	3.39	96.61		Contenido de Humedad (%) 11.49
N° 4	4.750	18.80	2.23	5.62	94.38		3. Clasificación
N° 8	2.360						Límite Líquido (%) N.P.
N° 10	2.000	76.80	10.21	15.83	84.17		Límite Plástico (%) N.P.
N° 16	1.190						Índice de Plasticidad (%) N.T.
N° 20	0.850	114.80	15.28	31.11	68.89		Clasificación SUCS SP-SM
N° 30	0.600	66.30	8.82	39.93	60.07		Clasificación AASHTO A-1-b(0)
N° 40	0.420	122.40	16.27	56.20	43.80		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250	157.80	20.98	77.18	22.82		
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	54.00	7.18	84.36	15.64		
N° 200	0.075	68.10	9.05	93.41	6.59		
Pasante		49.50	6.58	99.99			



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geotecnica Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geotecnica Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



GeoIncosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Dirección: Urb. San Borja Jirón Ica Lote G-14 Warichag - Cusco
Teléfono: 084-225640
Celular: 974-733962 ó 984994719
email: geoincosurings@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-2 **INFORME** : GNCO-0684

MUESTRA : M-1 **ING. RESP.** : ING VERIOSKA VELASQUEZ P.

PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m **TECNICO** : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO **FECHA** : 28/06/2021

PROGRESIVA : —

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

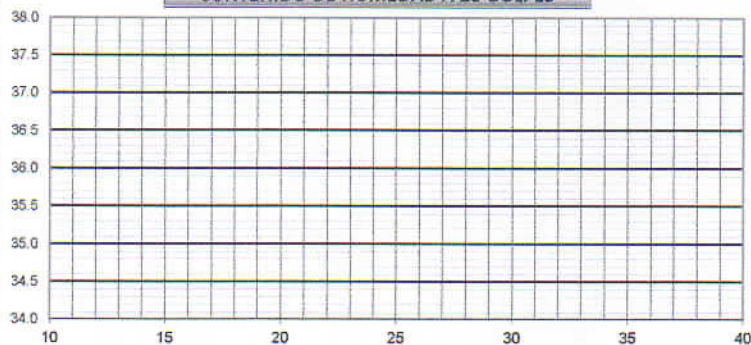
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.				
Peso de Tarro	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso del Suelo Seco	gr.				Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Numero de Golpes					

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.				
Peso de Tarro	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso de Suelo seco	gr.				Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	N.P.	N.P.		N.P.

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



No es posible efectuar el ensayo, por que las dos mitades de la muestra tienden a deslizarse bruscamente.

Constantes Fisicas de la Muestra

Limite Liquido	N.P.
Limite Plastico	N.P.
Indice de Plasticidad	N.T.

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



GeoIncosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

GeoIncosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Dirección: Urb. San Borja Jirón Ica Lote G-14 Wanchag - Cusco
Teléfono: 084-225640
Celular: 974-733962 ó 984994719
email: geoincosurings@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-2

INFORME : GNCO-0684

MUESTRA : M-1

ING. RESP. : ING VERIOSKA VELASQUEZ P.

PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m

TECNICO : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

FECHA : 28/06/2021

PROGRESIVA : ---

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	80.70	82.50
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	408.30	305.40
Peso de la tara + muestra seca (gr)	374.60	282.40
Peso del agua contenida (gr)	33.70	23.00
Peso de la muestra seca (gr)	293.90	199.90
Contenido de Humedad (%)	11.47	11.51
Contenido de Humedad Promedio (%)	11.49	

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-2 **INFORME** : GNCO-0684

MUESTRA : M-2 **ING. RESP.** : ING. VERIOSKA VELASQUEZ P.

PROFUNDIDAD : 1.50 m - 2.50 m **TECNICO** : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO **FECHA** : 28/06/2021

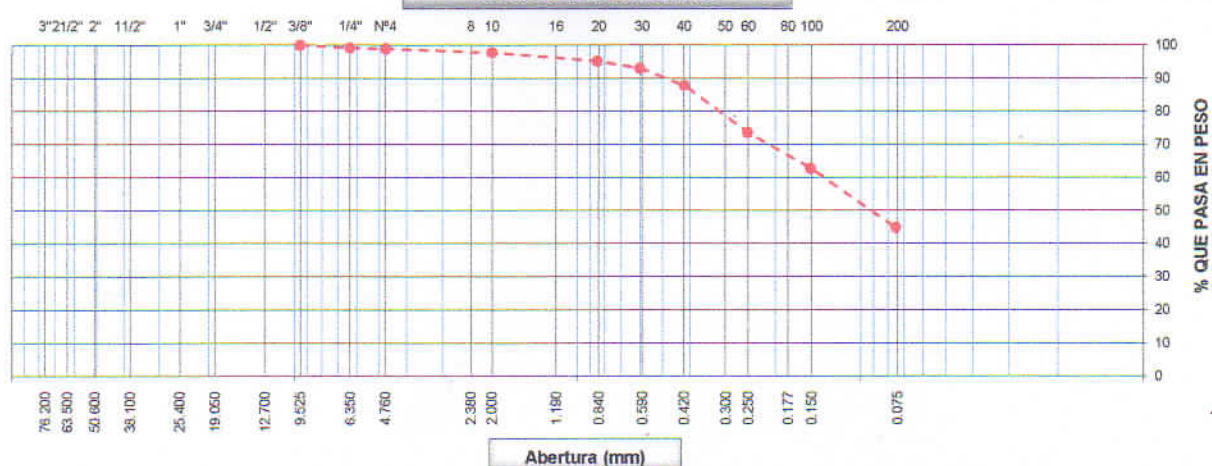
PROGRESIVA : —

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (gr) <u>243.40</u>
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) <u> </u>
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo <u>3/8"</u>
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal <u>1/4"</u>
1"	25.400						Grava (%) <u>1.07</u>
3/4"	19.000						Arena (%) <u>54.15</u>
1/2"	12.700						Finos (%) <u>44.78</u>
3/8"	9.520				100.00		Modulo de Fineza (%) <u> </u>
1/4"	6.350	2.10	0.86	0.86	99.14		Contenido de Humedad (%) <u>6.66</u>
Nº 4	4.750	0.50	0.21	1.07	98.93		3. Clasificación
Nº 8	2.360						Límite Líquido (%) <u>21.41</u>
Nº 10	2.000	3.00	1.23	2.30	97.70		Límite Plástico (%) <u>14.77</u>
Nº 16	1.190						Índice de Plasticidad (%) <u>6.64</u>
Nº 20	0.850	6.20	2.55	4.85	95.15		Clasificación SUCS <u>SC-SM</u>
Nº 30	0.600	5.30	2.18	7.03	92.97		Clasificación AASHTO <u>A-4(0)</u>
Nº 40	0.420	12.50	5.14	12.17	87.83		
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250	34.50	14.17	26.34	73.66		
Nº 80	0.180						
Nº 100	0.150	26.80	11.01	37.35	62.65		
Nº 200	0.075	43.50	17.87	55.22	44.78		
Pasante		109.00	44.78	100.00			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Dirección: Urb. San Borja Jirón Ica Lote G-14 Wanchaq - Cusco
Teléfono: 084-225640
Celular: 974-733962 ó 984994719
email: geoincosurings@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-2

MUESTRA : M-2

PROFUNDIDAD : 1.50 m - 2.50 m

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

PROGRESIVA : —

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

INFORME : GNCO-0684

ING. RESP. : ING VERIOSKA VELASQUEZ P.

TECNICO : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

FECHA : 28/06/2021

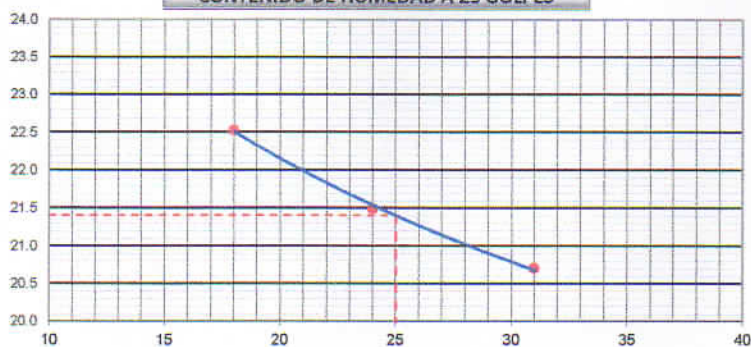
DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		T-9	T-20	T-15	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	41.90	36.60	43.00	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	37.10	32.00	38.90	
Peso de Tarro	gr.	15.80	10.60	15.60	
Peso de Agua	gr.	4.80	4.60	4.70	
Peso del Suelo Seco	gr.	21.30	21.40	22.70	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	22.54	21.50	20.70	21.41
Numero de Golpes		18	24	31	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		B-4	A-3	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	15.90	13.10	
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	15.10	12.20	
Peso de Tarro	gr.	9.60	6.20	
Peso de Agua	gr.	0.80	0.90	
Peso de Suelo seco	gr.	5.50	6.00	Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	14.55	15.00	14.77

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Físicas de la Muestra

Limite Liquido	21.41
Limite Plastico	14.77
Indice de Plasticidad	6.64

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERVANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Dirección: Urb. San Borja, Jirón Ica Lote G-14 Wanchaq - Cusco
Teléfono: 084-225640
Celular: 974-733962 ó 984994719
email: geoincosuringa@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-2

MUESTRA : M-2

PROFUNDIDAD : 1.50 m - 2.50 m

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

PROGRESIVA : ---

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

INFORME : GNCO-0684

ING. RESP. : ING VERIOSKA VELASQUEZ P.

TECNICO : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

FECHA : 28/06/2021

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	84.80	85.50
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	344.50	325.40
Peso de la tara + muestra seca (gr)	328.10	310.60
Peso del agua contenida (gr)	16.40	14.80
Peso de la muestra seca (gr)	243.30	225.10
Contenido de Humedad (%)	6.74	6.57
Contenido de Humedad Promedio (%)	6.66	

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILA VILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RÍO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-3

INFORME : GNCO-0684

MUESTRA : M-1

ING. RESP. : ING. VERIOSKA VELASQUEZ P.

PROFUNDIDAD : 0.00 m - 2.10 m

TECNICO : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

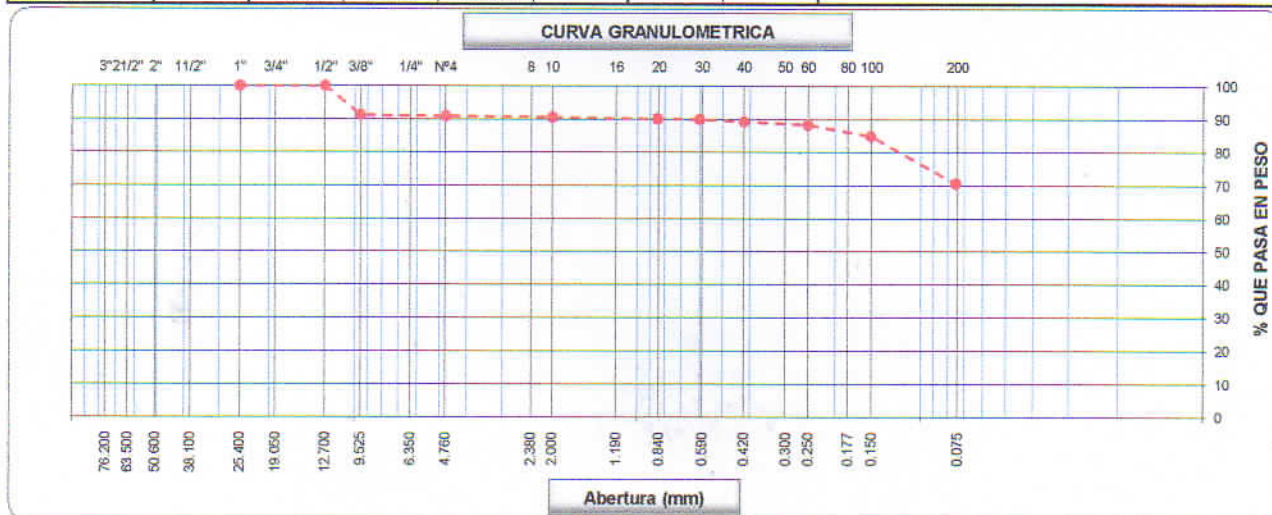
FECHA : 28/06/2021

PROGRESIVA : —

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (gr) 281.80
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo 1"
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal 3/4"
1"	25.400				100.00		Grava (%) 9.09
3/4"	19.000	22.40	7.95	7.95			Arena (%) 20.33
1/2"	12.700				100.00		Finos (%) 70.58
3/8"	9.520	2.10	0.75	8.70	91.30		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						Contenido de Humedad (%) 19.05
N° 4	4.750	1.10	0.39	9.09	90.91		3. Clasificación
N° 8	2.360						Límite Líquido (%) 25.43
N° 10	2.000	1.00	0.35	9.44	90.56		Límite Plástico (%) 16.66
N° 16	1.190						Índice de Plasticidad (%) 8.77
N° 20	0.850	1.00	0.35	9.79	90.21		Clasificación SUCS CL
N° 30	0.600	0.90	0.32	10.11	89.89		Clasificación AASHTO A-4(4)
N° 40	0.420	1.50	0.53	10.64	89.36		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250	2.90	1.03	11.67	88.33		
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	9.80	3.48	15.15	84.85		
N° 200	0.075	40.20	14.27	29.42	70.58		
Pasante		198.90	70.58	100.00			



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Dirección: Urb. San Borja Jirón Ica Lote G-14 Wanchaq - Cusco
Teléfono: 084-225640
Celular: 974-733962 ó 984994719
email: geoincosurings@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALIGATA : C-3

MUESTRA : M-1

PROFUNDIDAD : 0.00 m - 2.10 m

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

PROGRESIVA : ---

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

INFORME : GNCO-0684

ING. RESP. : ING VERIOSKA VELASQUEZ P.

TECNICO : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

FECHA : 28/06/2021

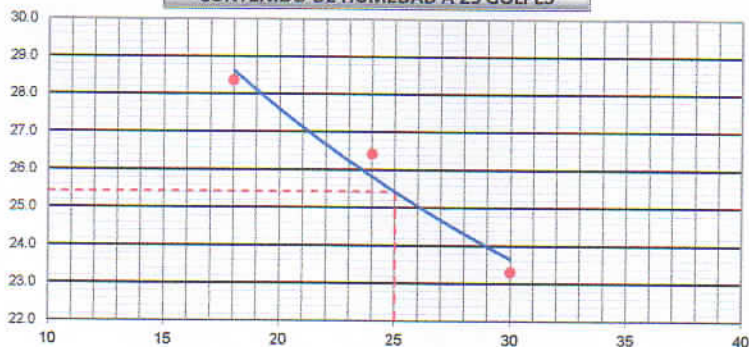
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		T-7	T-8	T-3	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	39.20	42.50	43.30	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	33.10	37.40	38.10	
Peso de Tarro	gr.	11.60	18.10	15.80	
Peso de Agua	gr.	6.10	5.10	5.20	
Peso del Suelo Seco	gr.	21.50	19.30	22.30	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	28.37	26.42	23.32	25.43
Numero de Golpes		18	24	30	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		B-3	V-1	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	13.80	13.40	
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	12.70	12.40	
Peso de Tarro	gr.	6.20	6.30	
Peso de Agua	gr.	1.10	1.00	
Peso de Suelo seco	gr.	6.50	6.10	Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	16.92	16.39	16.66

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Físicas de la Muestra

Limite Liquido	25.43
Limite Plastico	16.66
Indice de Plasticidad	8.77

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Geocosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Dirección: Urb. San Borja Jirón los Lotes G-14 Wanchaq - Cusco
Teléfono: 084-225640
Celular: 974-733962 ó 984994719
email: geocosuringa@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-3

MUESTRA : M-1

PROFUNDIDAD : 0.00 m - 2.10 m

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

PROGRESIVA : ---

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

INFORME : GNCO-0684

ING. RESP. : ING VERIOSKA VELASQUEZ P.

TECNICO : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

FECHA : 28/06/2021

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	83.00	84.50
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	418.40	365.40
Peso de la tara + muestra seca (gr)	364.80	320.40
Peso del agua contenida (gr)	53.60	45.00
Peso de la muestra seca (gr)	281.80	235.90
Contenido de Humedad (%)	19.02	19.08
Contenido de Humedad Promedio (%)	19.05	

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geocosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geocosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RÍO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-3

INFORME : GNCO-0684

MUESTRA : M-2

ING. RESP. : ING. VERIOSKA VELASQUEZ P.

PROFUNDIDAD : 2.10 m - 3.00 m

TECNICO : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

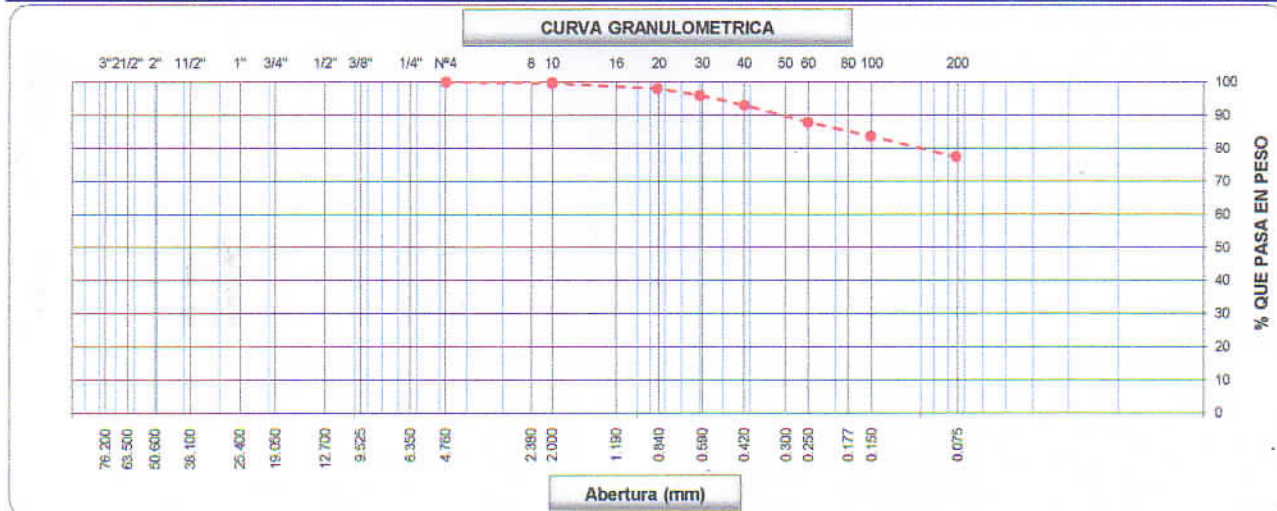
FECHA : 28/06/2021

PROGRESIVA : —

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (gr) <u>235.50</u>
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) _____
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo <u>3/8"</u>
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal <u>1/4"</u>
1"	25.400						Grava (%) _____
3/4"	19.000						Arena (%) <u>22.62</u>
1/2"	12.700						Finos (%) <u>77.38</u>
3/8"	9.520						Modulo de Fineza (%) _____
1/4"	6.350						Contenido de Humedad (%) <u>21.49</u>
N° 4	4.750				100.00		3. Clasificación
N° 8	2.360						Límite Líquido (%) <u>36.90</u>
N° 10	2.000	0.50	0.21	0.21	99.79		Límite Plástico (%) <u>20.70</u>
N° 16	1.190						Índice de Plasticidad (%) <u>16.20</u>
N° 20	0.850	3.90	1.66	1.87	98.13		Clasificación SUCS <u>CL</u>
N° 30	0.600	5.00	2.12	3.99	96.01		Clasificación AASHTO <u>A-6(12)</u>
N° 40	0.420	7.10	3.01	7.00	93.00		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250	12.10	5.14	12.14	87.86		
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	9.90	4.20	16.34	83.66		
N° 200	0.075	14.80	6.28	22.62	77.38		
Pasante		182.20	77.37	99.99			



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
C.P. 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-3 **INFORME** : GNCO-0684

MUESTRA : M-2 **ING. RESP.** : ING VERIOSKA VELASQUEZ P.

PROFUNDIDAD : 2.10 m - 3.00 m **TECNICO** : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO **FECHA** : 28/06/2021

PROGRESIVA : —

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

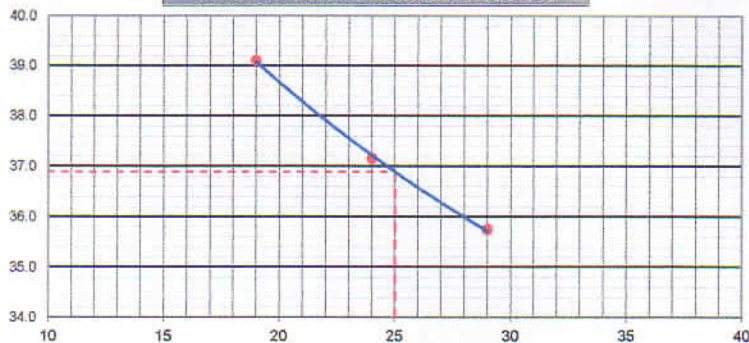
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		T-40	T-22	T-36	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	40.50	36.30	40.90	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	33.50	30.80	34.00	
Peso de Tarro	gr.	15.60	16.00	14.70	
Peso de Agua	gr.	7.00	5.50	6.90	
Peso del Suelo Seco	gr.	17.90	14.80	19.30	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	39.11	37.16	35.75	36.90
Numero de Golpes		19	24	29	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		Z-1	V-2		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	13.10	13.40		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	11.90	12.20		
Peso de Tarro	gr.	6.20	6.30		
Peso de Agua	gr.	1.20	1.20		
Peso de Suelo seco	gr.	5.70	5.90		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	21.05	20.34		20.70

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Físicas de la Muestra

Limite Liquido	36.90
Limite Plastico	20.70
Indice de Plasticidad	16.20

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geocosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geocosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Dirección: Urb. San Borja Jirón Ica Lote G-14 Wanchaq - Cusco
Teléfono: 084-225640
Celular: 974-733952 ó 984994719
email: geoincosurings@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

CALICATA : C-3

MUESTRA : M-2

PROFUNDIDAD : 2.10 m - 3.00 m

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

PROGRESIVA : —

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

INFORME : GNCO-0684

ING. RESP. : ING VERIOSKA VELASQUEZ P.

TECNICO : JUAN PROFETA HANCCO CCANASI

FECHA : 28/06/2021

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	50.80	52.50
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	258.90	289.30
Peso de la tara + muestra seca (gr)	222.00	247.50
Peso del agua contenida (gr)	36.90	41.80
Peso de la muestra seca (gr)	171.20	195.00
Contenido de Humedad (%)	21.55	21.44
Contenido de Humedad Promedio (%)	21.49	

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los solicitantes.



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAWCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

TESIS: EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RÍO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

Norma: ASTM D3080 / D3080M-11

UBICACIÓN: SECTOR LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO
SOLICITANTE: Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara
CALIGATA: C-1
PROFUNDIDAD: 1.50 m - 3.00 m
ESTRUCTURA: CIMENTACIÓN

INFORME: GNCO-0584
Ing. Respons: VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
Técnico Laborat: JUAN P. HANCCO CCANASI
Fecha: 2/07/2021
Caja de corte: CIRCULAR

Volumen Celda (cm ³)	Especimen	A	B	C
49.010	Peso de la Caja (gr)	1015.2	1015.2	1015.2
	Peso caja + Muestra (gr)	1096.4	1096.3	1097.6
Área Celda (cm ²)	Peso de la Muestra (gr)	81.2	83.1	82.4
19.604	Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.657	1.696	1.681
	Densidad Seca (gr/cm ³)	1.357	1.389	1.378

HUMEDAD INICIAL				
Especimen	A	B	C	
Peso de Tara (gr)	40.70	40.70	40.70	
Peso húmedo (gr)	271.50	271.50	271.50	
Peso seco (gr)	229.80	229.80	229.80	
Humedad (%)	22.05	22.05	22.05	
Humedad Promedio (%)	22.052			

HUMEDAD FINAL				
Especimen	A	B	C	
Peso de Tara (gr)	43.70	33.80	33.30	
Peso húmedo (gr)	126.20	117.30	116.40	
Peso seco (gr)	106.70	99.30	98.20	
Humedad (%)	30.95	27.48	28.04	
Humedad Promedio (%)	28.825			

Caja de corte Circular	
Diámetro (cm)	4.996
Altura (cm)	2.500
Caja de corte Cuadrada	
Lado (cm)	5.072
Altura (cm)	2.551

	Circular	Cuadrada
VOLUMENES	49.010	65.624
ÁREAS	19.604	25.725

Especimen	E. Normal (Kg/cm ²)	E de Corte (Kg/cm ²)
A	1.000	0.518
B	2.000	0.874
C	4.000	1.443

Delta X	3.000
Delta Y	0.92
Angulo	17.1
φ	17.1
	φ = 17.1°
	c = 0.23 Kg/cm ²

Tipo de Especímenes	
Remoldeados	

OBSERVACIONES
Las muestras fueron identificadas y recibidas por los solicitantes

Especimen Deformación H (mm)	A		B		C	
	Lectura (KN)	Cargas (Kg)	Lectura (KN)	Cargas (Kg)	Lectura (KN)	Cargas (Kg)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	54.20	5.53	74.00	7.55	61.60	6.28
0.10	63.20	6.44	84.80	8.65	92.80	9.46
0.15	71.20	7.26	98.80	10.07	118.40	12.07
0.20	77.60	7.91	106.00	10.81	139.20	14.19
0.30	82.20	8.38	117.80	12.01	156.40	15.95
0.40	85.40	8.71	126.20	12.87	173.00	17.64
0.50	88.40	9.01	133.00	13.56	186.60	19.03
0.60	91.80	9.36	141.00	14.38	200.80	20.48
0.70	95.00	9.69	148.00	15.09	215.20	21.94
0.80	96.80	9.87	152.20	15.52	226.00	23.05
0.90	98.60	10.05	158.00	16.11	234.40	23.90
1.00	99.60	10.16	161.80	16.48	243.80	24.86
1.10	99.00	10.10	163.80	16.70	250.20	25.51
1.20	99.20	10.12	165.20	16.85	256.60	26.17
1.30	98.20	10.01	166.60	16.99	263.20	26.84
1.40	97.80	9.97	168.00	17.13	268.60	27.19
1.50	98.60	10.05	167.40	17.07	270.40	27.57
1.60	96.60	9.85	166.80	16.89	272.60	27.80
1.70	98.20	10.01	162.20	16.54	274.00	27.94
1.80	98.80	10.07	162.60	16.58	274.00	27.94
1.90	98.60	10.05	163.00	16.62	275.00	28.04
2.00	97.80	9.97	163.00	16.62	276.00	28.14
2.10	97.60	9.95	162.80	16.60	277.20	28.27
2.20	98.60	10.05	161.80	16.50	277.00	28.25
2.30	97.60	9.95	160.20	16.34	277.40	28.29
2.40	96.00	9.79	160.00	16.32	276.80	28.23
2.50	95.60	9.75	159.60	16.27	277.00	28.25
2.60	95.40	9.73	156.60	15.97	275.40	28.08
2.70	95.20	9.71	157.60	16.07	274.00	27.94
2.80	94.80	9.67	159.00	16.21	273.00	27.84
2.90	93.20	9.50	159.20	16.23	272.20	27.76
3.00	93.60	9.54	157.80	16.09	273.40	27.88
3.10	92.80	9.46	156.00	15.91	275.40	28.08
3.20	92.60	9.44	155.40	15.85	275.00	28.04
3.30	92.20	9.40	155.80	15.89	275.20	28.06
3.40	92.60	9.44	156.00	15.91	273.60	27.90
3.50	91.60	9.34	155.40	15.85	273.40	27.88
3.60	91.80	9.36	154.40	15.74	272.80	27.82
3.70	91.80	9.36	152.80	15.58	272.60	27.80
3.80	91.60	9.34	149.60	15.26	271.40	27.68
3.90	91.20	9.30	147.20	15.01	271.20	27.65
4.00	91.00	9.28	146.20	14.91	271.40	27.68
4.10	89.80	9.16	147.80	15.07	271.00	27.63
4.20	89.80	9.16	148.20	15.11	270.80	27.61
4.30	88.40	9.01	147.80	15.07	270.80	27.61
4.40	89.40	9.12	146.00	14.89	271.60	27.70
4.50	88.40	9.01	146.40	14.93	270.00	27.53
4.60	88.20	8.99	145.00	14.79	267.80	27.31
4.70	87.60	8.93	144.20	14.70	268.40	27.37
4.80	85.80	8.75	142.00	14.48	268.40	27.37
4.90	86.60	8.83	143.40	14.62	267.00	27.23
5.00	83.60	8.52	143.00	14.58	266.40	27.17
5.10	83.60	8.52	141.60	14.44	263.20	26.84
5.20	83.00	8.46	141.10	14.39	261.60	26.68
5.30	83.00	8.46	141.10	14.39	261.60	26.68
5.40	83.00	8.46	141.10	14.39	261.60	26.68
5.50	83.00	8.46	141.10	14.39	261.60	26.68
5.60		0.00		0.00		0.00
5.70		0.00		0.00		0.00
5.80		0.00		0.00		0.00
5.90		0.00		0.00		0.00
6.00		0.00		0.00		0.00




Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO YILAVILA NORIEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

 Geoincosur Ingenieros Consultora Constructora S.C.R.Ltda.	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		GNCO-0672	
	ÁREA DE GEOTECNIA		Versión	02
	CORTE DIRECTO		Fecha	2/07/2021

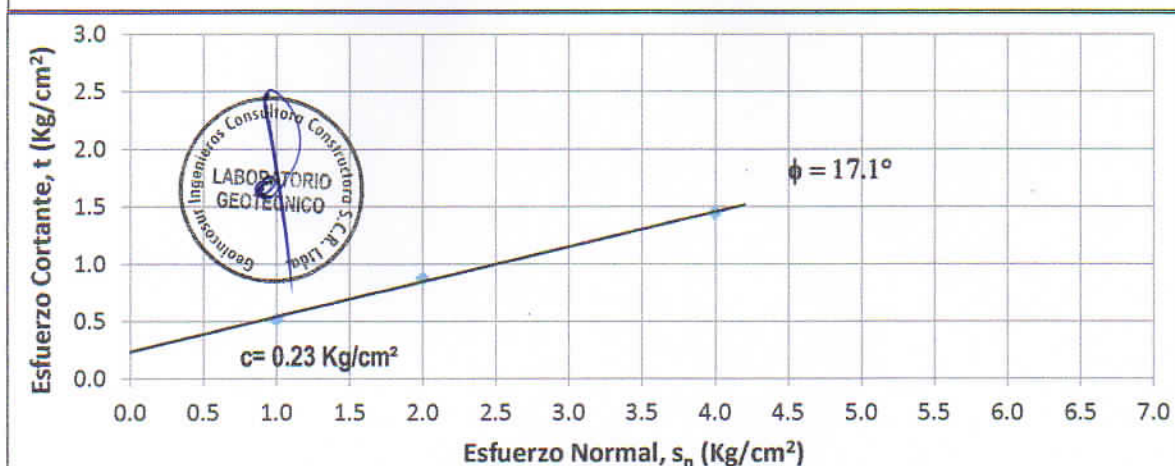
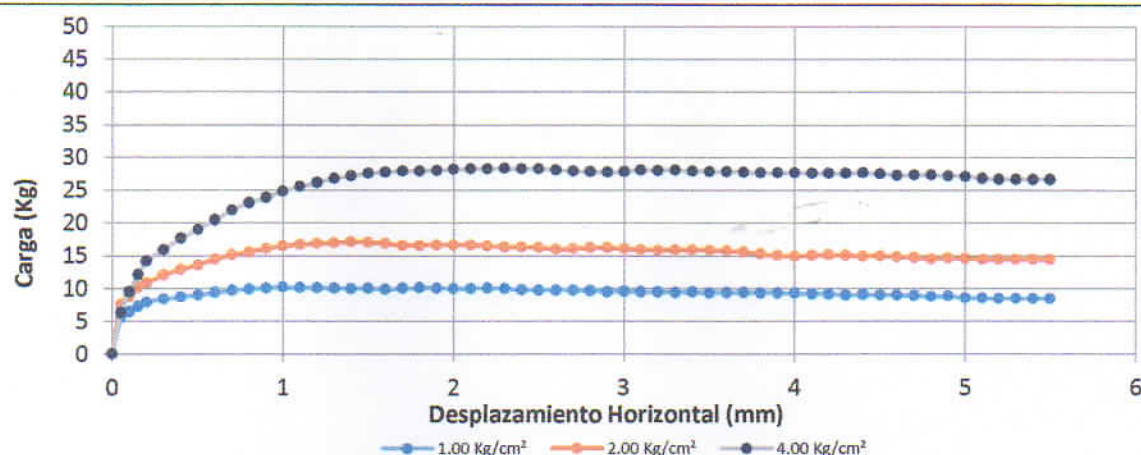
Solicitante:	Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara	Ubicación de muestreo:	CALICATA	Muestreado por:	Juan P. Hanco
Proyecto:	EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO	CALICATA:	C-1	Profundidad:	1.50 m - 3.00 m
Ubicación:	SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO	Estructura:	CIMENTACIÓN	Ing. Responsal VERIOSKA VELASQU	
Observación adicional:					
Fecha de ensayo:	2/07/2021	Realizado por:	Juan P. Hanco	Norma:	ASTM D3080

Datos Obtenidos

Densidad Humeda (g/cm ³)	1.678
Densidad Seca (g/cm ³)	1.375
Humedad (%)	22.05
Volumen (cm ³):	49.01
Área (cm ²):	19.60

Espécimen	E. Normal	E de Corte
A	1.00 Kg/cm ²	0.52 Kg/cm ²
B	2.00 Kg/cm ²	0.87 Kg/cm ²
C	4.00 Kg/cm ²	1.44 Kg/cm ²

Angulo de Fricción (ϕ)	17.1 °
Cohesión (c)	0.23 Kg/cm ²



Importante:

La muestra ha sido identificada y recabada por los Solicitantes.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización expresa de Geoincosur Ingenieros Consultora Constructora S.R.L.

Dirección: Urb. San Borja Jirón Ica Lote G-14 Wanchaq - Cusco
Teléfono: 084-225640
Celular: 974-733962 ó 984994719
email: geoincosurings@gmail.com

 **Geoincosur Ingenieros**
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.
Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

 **Geoincosur Ingenieros**
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.
Ing. ANGEL FERNANDO VILA VILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

TESIS: EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RÍO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

Norma: ASTM D3080 / D3080M-11

UBICACIÓN: SECTOR LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO
SOLICITANTE: Bach. José David Lipe Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara
CALICATA: C-2
PROFUNDIDAD: 1.50 m - 2.50 m
ESTRUCTURA: CIMENTACIÓN

INFORME: GNCO-0684
Ing. Respons: VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
Técnico Laborat: JUAN P. HANCOO COANASI
Fecha: 3/07/2021
Caja de corte: CIRCULAR

Volumen Celda (cm³)	Especimen	A	B	C
49.010	Peso de la Caja (gr)	1015.2	1015.2	1015.2
	Peso caja + Muestra (gr)	1094.6	1093.0	1097.8
	Peso de la Muestra (gr)	79.4	77.8	82.6
Área Celda (cm²)	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.620	1.587	1.685
19.604	Densidad Seca (gr/cm³)	1.420	1.392	1.478

HUMEDAD INICIAL			
Especimen	A	B	C
Peso de Tara (gr)	33.60	33.60	33.60
Peso húmedo (gr)	220.90	220.90	220.90
Peso seco (gr)	197.80	197.80	197.80
Humedad (%)	14.07	14.07	14.07
Humedad Promedio (%)	14.068		

HUMEDAD FINAL			
Especimen	A	B	C
Peso de Tara (gr)	34.00	33.40	39.00
Peso húmedo (gr)	116.60	113.00	122.30
Peso seco (gr)	102.30	99.90	109.30
Humedad (%)	20.94	19.70	18.49
Humedad Promedio (%)	19.709		

Caja de corte Circular	
Diámetro (cm)	4.996
Altura (cm)	2.500
Caja de corte Cuadrada	
Lado (cm)	5.072
Altura (cm)	2.551

	Circular	Cuadrada
VOLUMENES	49.010	65.624
ÁREAS	19.604	25.725

Especimen	E Normal (Kg/cm²)	E de Corte (Kg/cm²)
A	1.000	0.515
B	2.000	0.841
C	4.000	1.407

Delta X	3.000
Delta Y	0.89
Angulo	16.6
ϕ	16.6
$\phi = 16.6^\circ$	
$c = 0.23 \text{ Kg/cm}^2$	

Tipo de Especímenes	
Remoldeados	

OBSERVACIONES
Las muestras fueron identificadas y recabadas por los solicitantes

Especimen Deformación H (mm)	A		B		C	
	Lectura (KN)	Cargas (Kg)	Lectura (KN)	Cargas (Kg)	Lectura (KN)	Cargas (Kg)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	47.80	4.87	59.80	6.10	80.20	8.18
0.10	53.80	5.49	79.40	8.10	105.80	10.79
0.15	58.40	5.96	92.40	9.42	131.00	13.36
0.20	62.40	6.36	99.60	10.16	138.40	14.11
0.30	66.20	6.75	104.40	10.65	155.80	15.89
0.40	69.20	7.06	110.20	11.24	169.20	17.25
0.50	72.40	7.38	114.20	11.65	179.20	18.27
0.60	74.20	7.57	116.20	11.85	187.40	19.11
0.70	77.00	7.85	119.80	12.22	194.40	19.82
0.80	78.60	8.01	123.60	12.60	201.00	20.50
0.90	80.60	8.22	126.00	12.85	208.60	21.27
1.00	82.20	8.38	129.80	13.24	216.80	22.11
1.10	84.00	8.57	133.00	13.56	222.60	22.70
1.20	83.60	8.52	135.80	13.85	228.00	23.25
1.30	83.60	8.52	137.80	14.05	234.20	23.88
1.40	88.00	8.97	138.20	14.09	239.40	24.41
1.50	90.80	9.26	140.00	14.28	243.60	24.84
1.60	90.60	9.24	140.60	14.34	247.60	25.25
1.70	92.20	9.40	143.40	14.62	250.80	25.57
1.80	95.00	9.69	147.20	15.01	253.80	25.88
1.90	96.60	9.85	147.60	15.05	255.40	26.04
2.00	97.00	9.89	148.60	15.15	256.80	26.19
2.10	98.40	10.03	149.20	15.21	257.80	26.29
2.20	98.00	9.99	152.60	15.56	256.00	26.10
2.30	99.00	10.10	156.60	15.97	254.80	25.98
2.40	95.80	9.77	156.00	15.91	255.40	26.04
2.50	94.00	9.59	154.40	15.74	255.00	26.00
2.60	93.20	9.50	153.80	15.68	253.20	25.82
2.70	96.60	9.85	154.80	15.79	255.60	26.06
2.80	95.00	9.69	154.20	15.72	256.60	26.17
2.90	95.40	9.73	157.20	16.03	257.60	26.27
3.00	95.20	9.71	154.00	15.70	259.20	26.43
3.10	94.80	9.67	153.00	15.60	266.00	27.12
3.20	93.80	9.56	154.40	15.74	264.20	26.94
3.30	95.00	9.69	156.60	15.97	268.40	27.37
3.40	95.80	9.77	155.40	15.85	268.60	27.39
3.50	95.20	9.71	155.20	15.83	269.80	27.51
3.60	94.60	9.65	156.00	15.91	269.40	27.47
3.70	94.00	9.59	157.20	16.03	270.40	27.57
3.80	93.60	9.54	156.80	15.99	267.40	27.27
3.90	94.00	9.59	156.40	15.95	266.40	27.17
4.00	94.40	9.63	157.60	16.07	265.00	27.02
4.10	93.80	9.56	159.00	16.21	261.00	26.61
4.20	94.20	9.61	160.40	16.36	259.20	26.43
4.30	94.00	9.59	157.80	16.09	261.00	26.61
4.40	94.60	9.65	154.80	15.79	262.20	26.74
4.50	94.40	9.63	154.20	15.72	260.40	26.55
4.60	93.20	9.50	155.60	15.87	262.40	26.76
4.70	93.20	9.50	157.60	16.07	260.80	26.59
4.80	91.40	9.32	161.60	16.48	259.00	26.41
4.90	92.40	9.42	161.40	16.46	257.20	26.23
5.00	93.80	9.56	161.00	16.42	255.60	26.06
5.10	92.20	9.40	160.20	16.34	255.60	26.06
5.20	90.60	9.24	160.80	16.40	256.20	26.13
5.30	91.00	9.28	159.20	16.23	256.20	26.13
5.40	91.00	9.28	159.20	16.23	256.20	26.13
5.50	91.00	9.28	159.20	16.23	256.20	26.13
5.60	0.00			0.00		0.00
5.70	0.00			0.00		0.00
5.80	0.00			0.00		0.00
5.90	0.00			0.00		0.00
6.00	0.00			0.00		0.00




Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

 Geocosur Ingenieros Consultora Constructora S.C.R.Ltda	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		GNCO-0672	
	ÁREA DE GEOTECNIA		Versión	02
	CORTE DIRECTO		Fecha	3/07/2021

Solicitante:	Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara	Ubicación de muestreo:	CALICATA	Muestreado por:	Juan P. Hanco
Proyecto:	EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO	CALICATA:	C-2	Profundidad:	1.50 m - 2.50 m
Ubicación:	SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO	Estructura:	CIMENTACIÓN	Ing. Responsal	VERIOSKA VELASQU
Observación adicional:					

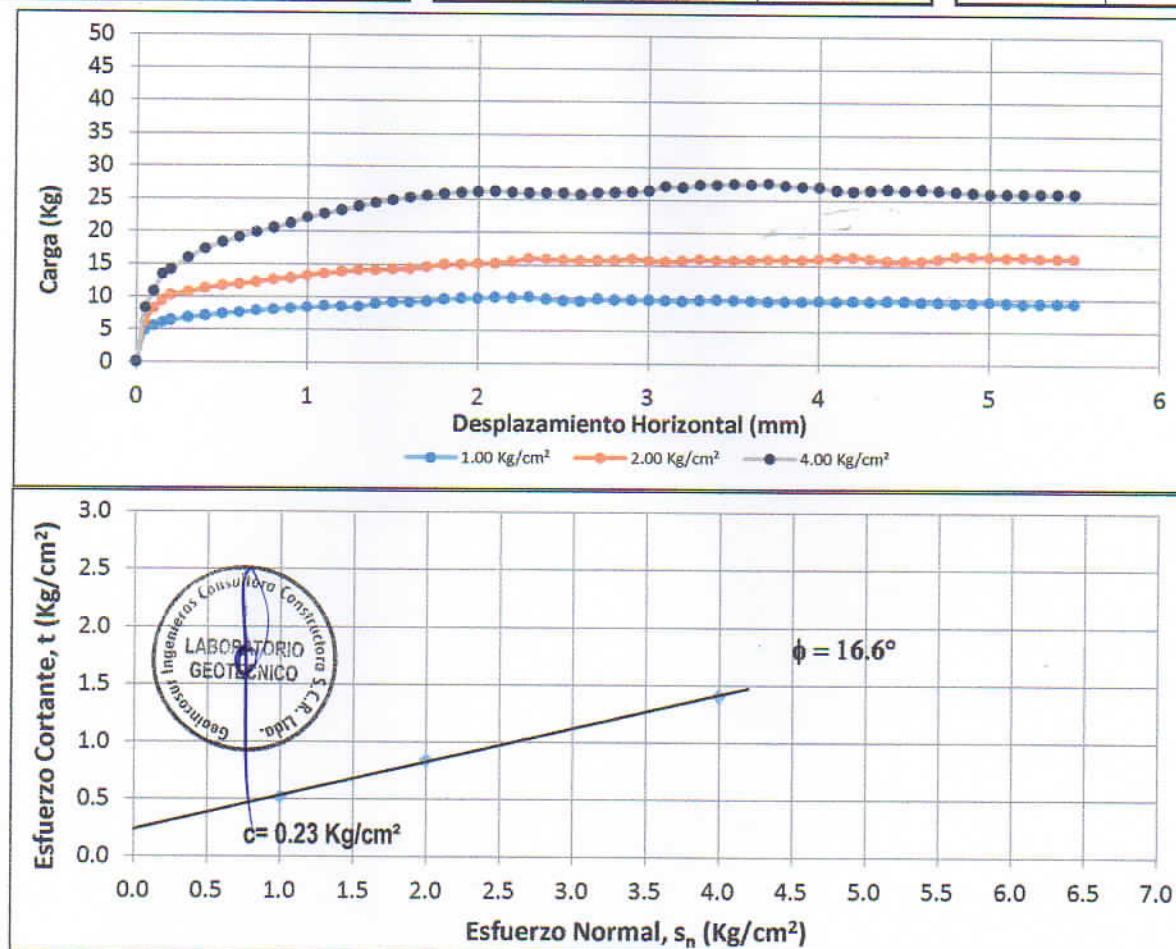
Fecha de ensayo:	3/07/2021	Realizado por:	Juan P. Hanco	Norma:	ASTM D3080
------------------	-----------	----------------	---------------	--------	------------

Datos Obtenidos

Densidad Humeda (g/cm ³)	1.631
Densidad Seca (g/cm ³)	1.43
Humedad (%)	14.07
Volumen (cm ³):	49.01
Área (cm ²):	19.60

Espécimen	E. Normal	E de Corte
A	1.00 Kg/cm ²	0.52 Kg/cm ²
B	2.00 Kg/cm ²	0.84 Kg/cm ²
C	4.00 Kg/cm ²	1.41 Kg/cm ²

Angulo de Fricción (ϕ)	16.6 °
Cohesión (c)	0.23 Kg/cm ²



Importante:

La muestra ha sido identificada y recabada por los Solicitantes.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización expresa de Geocosur Ingenieros Consultora Constructora S.R.L.

 **Geocosur Ingenieros**
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

 **Geocosur Ingenieros**
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Dirección: Urb. San Borja Jirón Ica Lote G-14 Wanchaq - Cusco
Teléfono: 084-225640
Celular: 974-733962 ó 984994719
email: geocosurings@gmail.com

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

TESIS: EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RÍO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

Norma: ASTM D3080 / D3080M-11

UBICACIÓN: SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO
SOLICITANTE: Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara
CALICATA: C-3
PROFUNDIDAD: 2.10 m - 3.00 m
ESTRUCTURA: CIMENTACIÓN

INFORME: GNCO-0684
Ing. Respons: VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
Técnico Laborat: JUAN P. HANCOO COANASI
Fecha: 5/07/2021
Caja de corte: CIRCULAR

Volumen Celda (cm³)	Especimen	A	B	C
49.010	Peso de la Caja (gr)	1015.2	1015.2	1015.2
	Peso caja+Muestra (gr)	1098.4	1095.5	1095.1
	Peso de la Muestra (gr)	83.2	80.3	80.9
Área Celda (cm²)	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.698	1.638	1.651
19.604	Densidad Seca (gr/cm³)	1.397	1.348	1.358

HUMEDAD INICIAL			
Especimen	A	B	C
Peso de Tara (gr)	50.80	50.80	50.80
Peso húmedo (gr)	258.90	258.90	258.90
Peso seco (gr)	222.00	222.00	222.00
Humedad (%)	21.55	21.55	21.55
Humedad Promedio (%)	21.554		

HUMEDAD FINAL			
Especimen	A	B	C
Peso de Tara (gr)	34.90	33.50	34.60
Peso húmedo (gr)	119.70	114.80	116.10
Peso seco (gr)	102.60	98.60	101.00
Humedad (%)	25.26	24.88	22.74
Humedad Promedio (%)	24.295		

Caja de corte Circular	
Diámetro (cm)	4.996
Altura (cm)	2.500
Caja de corte Cuadrada	
Lado (cm)	5.072
Altura (cm)	2.551

	Circular	Cuadrada
VOLUMENES	49.010	65.624
ÁREAS	19.604	25.725

Especimen	E. Normal (Kg/cm²)	E de Corte (Kg/cm²)
A	1.000	0.509
B	2.000	0.781
C	4.000	1.365


Delta X	3.000
Delta Y	0.86
Angulo	15.9
ϕ	15.9
$\phi = 15.9^\circ$	
$c = 0.22 \text{ Kg/cm}^2$	

Tipo de Especímenes	
Remoldeados	

OBSERVACIONES
Las muestras fueron identificadas y recibidas por los solicitantes

Especimen Deformación H (mm)	A		B		C	
	Lectura (KN)	Cargas (Kg)	Lectura (KN)	Cargas (Kg)	Lectura (KN)	Cargas (Kg)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	66.00	6.73	66.60	6.79	76.20	7.77
0.10	72.80	7.42	79.20	8.08	105.80	10.79
0.15	77.40	7.89	86.40	8.81	126.80	12.93
0.20	81.00	8.26	94.40	9.63	141.00	14.38
0.30	84.20	8.59	98.80	10.07	150.80	15.38
0.40	87.20	8.89	105.00	10.71	161.80	16.50
0.50	89.00	9.08	110.00	11.22	178.20	18.17
0.60	90.60	9.24	114.40	11.67	186.40	19.01
0.70	92.00	9.38	119.00	12.13	191.80	19.56
0.80	92.60	9.44	120.80	12.32	196.20	20.01
0.90	94.60	9.65	122.80	12.50	200.60	20.46
1.00	94.80	9.67	127.20	12.97	206.60	21.07
1.10	95.60	9.75	129.20	13.17	212.60	21.68
1.20	96.40	9.83	132.60	13.52	217.60	22.19
1.30	96.40	9.83	136.60	13.93	223.20	22.76
1.40	96.60	9.85	138.40	14.11	226.60	23.11
1.50	96.80	9.87	139.20	14.19	230.20	23.47
1.60	97.20	9.91	139.00	14.17	233.20	23.78
1.70	97.40	9.93	138.80	14.15	235.40	24.00
1.80	97.80	9.97	134.40	13.71	236.00	24.07
1.90	97.80	9.97	133.20	13.68	238.80	24.35
2.00	97.40	9.93	122.00	12.44	243.40	24.82
2.10	96.60	9.85	115.20	11.75	246.60	25.15
2.20	97.00	9.89	119.80	12.22	246.20	25.11
2.30	97.40	9.93	123.80	12.62	240.80	24.55
2.40	96.80	9.87	126.60	12.91	240.20	24.49
2.50	96.80	9.87	143.40	14.62	243.40	24.82
2.60	96.60	9.85	145.00	14.79	240.20	24.49
2.70	97.00	9.89	147.60	15.05	240.00	24.47
2.80	97.80	9.97	147.80	15.07	239.80	24.45
2.90	97.40	9.93	147.00	14.99	243.40	24.82
3.00	97.40	9.93	146.20	14.91	245.80	25.06
3.10	97.40	9.93	145.60	14.85	248.00	25.29
3.20	97.20	9.91	143.60	14.64	252.20	25.72
3.30	97.80	9.97	143.80	14.66	257.80	26.29
3.40	97.00	9.89	147.00	14.99	260.80	26.59
3.50	96.40	9.83	146.00	14.89	261.60	26.68
3.60	96.60	9.85	145.40	14.83	261.40	26.66
3.70	96.20	9.81	146.80	14.97	262.40	26.76
3.80	95.80	9.77	149.20	15.21	261.60	26.68
3.90	94.80	9.67	148.80	15.28	254.60	25.96
4.00	95.20	9.71	148.00	15.09	248.20	25.31
4.10	94.60	9.65	147.20	15.01	247.00	25.19
4.20	91.00	9.28	150.20	15.32	247.20	25.21
4.30	94.80	9.67	148.40	15.13	251.20	25.62
4.40	94.00	9.59	147.60	15.05	253.60	25.86
4.50	93.80	9.56	147.40	15.03	253.40	25.84
4.60	93.60	9.54	147.40	15.03	250.60	25.55
4.70	93.20	9.50	148.20	15.11	249.80	25.47
4.80	92.60	9.44	145.80	14.87	251.60	25.66
4.90	91.80	9.36	142.40	14.52	252.20	25.72
5.00	92.00	9.38	142.00	14.48	246.00	25.09
5.10	92.40	9.42	143.60	14.64	241.60	24.64
5.20	92.60	9.44	143.60	14.64	243.00	24.78
5.30	92.60	9.44	143.60	14.64	243.00	24.78
5.40	92.60	9.44	143.60	14.64	243.00	24.78
5.50	92.60	9.44	143.60	14.64	243.00	24.78
5.60		0.00		0.00		0.00
5.70		0.00		0.00		0.00
5.80		0.00		0.00		0.00
5.90		0.00		0.00		0.00
6.00		0.00		0.00		0.00



 GeoIncosur Ingenieros Consultora Constructora S.C.R.Ltda.	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		GNCO-0672	
	ÁREA DE GEOTECNIA		Versión	02
	CORTE DIRECTO		Fecha	5/07/2021

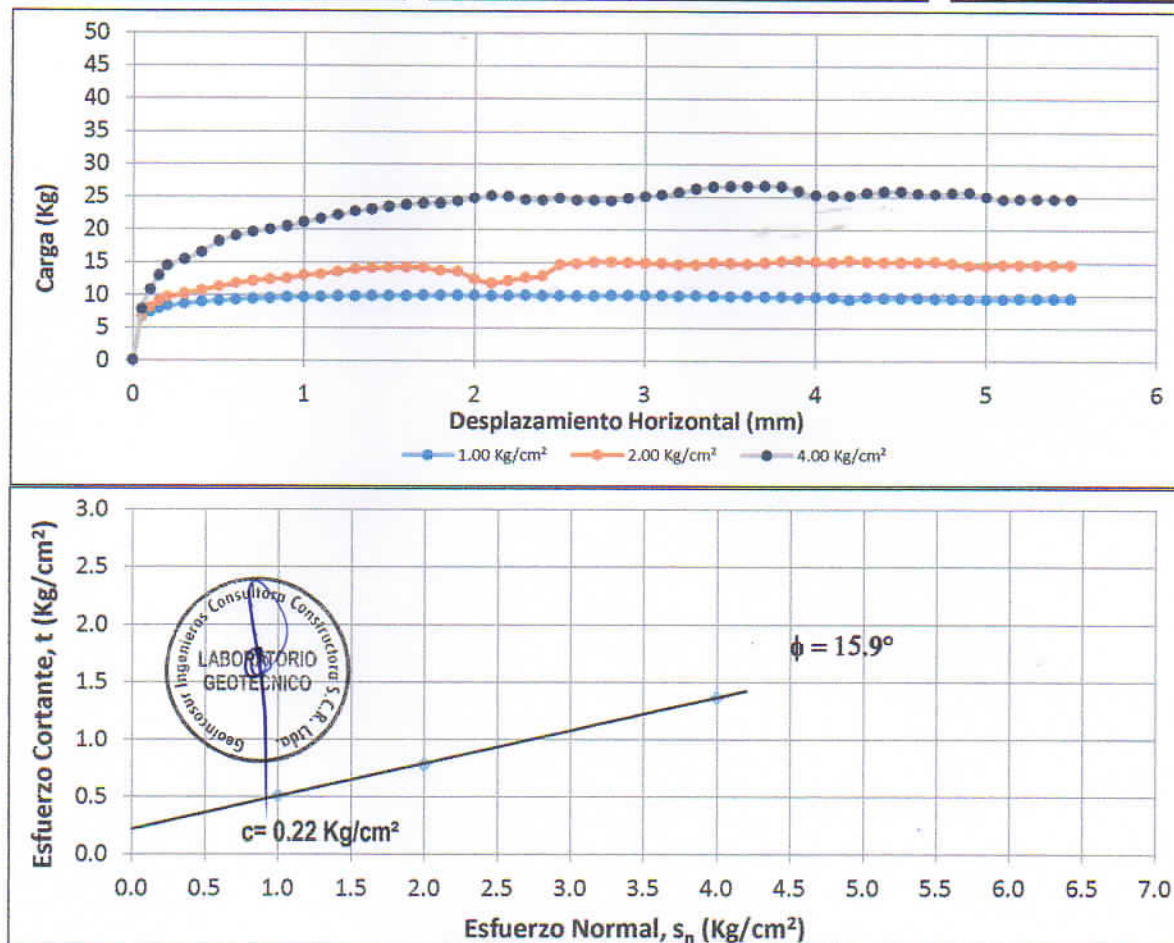
Solicitante:	Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara	Ubicación de muestreo:	CALICATA	Muestreado por:	Juan P. Hanco
Proyecto:	EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO	CALICATA:	C-3	Profundidad:	2.10 m - 3.00 m
Ubicación:	SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO	Estructura:	CIMENTACIÓN	Ing. Responsal VERIOSKA VELASQU	
Observación adicional:					
Fecha de ensayo:	5/07/2021	Realizado por:	Juan P. Hanco	Norma:	ASTM D3080

Datos Obtenidos

Densidad Humeda (g/cm ³)	1.662
Densidad Seca (g/cm ³)	1.367
Humedad (%)	21.55
Volumen (cm ³):	49.01
Área (cm ²):	19.60

Espécimen	E. Normal	E de Corte
A	1.00 Kg/cm ²	0.51 Kg/cm ²
B	2.00 Kg/cm ²	0.78 Kg/cm ²
C	4.00 Kg/cm ²	1.37 Kg/cm ²

Angulo de Fricción (ϕ)	15.9 °
Cohesión (c)	0.22 Kg/cm ²



Importante:

La muestra ha sido identificada y recabada por los Solicitantes.

Prohíbida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización expresa de GeoIncosur Ingenieros Consultora Constructora S.R.L.

Dirección: Urb. San Borja Jirón Ica Lote G-14 Wanchaq - Cusco
 Teléfono: 084-225640
 Celular: 974-733962 ó 984994719
 email: geoincosurings@gmail.com

 **GeoIncosur Ingenieros**
 Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
 JEFE DE LABORATORIO

 **GeoIncosur Ingenieros**
 Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
 CIP: 93194
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

LABORATORIO DE MECANICA DE
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME : GNCO-0684

PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS COHESIVOS

(ASTM D 8937)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

CALICATA : C-1 **PROFUNDIDAD**: 1.50 m - 3.00 m

RESP. LAB : Ing. Verioska Velasquez P.

TEC. LAB. : Juan Profeta Hancoo Ccanasi

FECHA : 28/06/2021

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

SUELO			
SONDAJE	C-1		
PROFUNDIDAD	1.50 m - 3.00 m		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
Peso del suelo (gr)	147.20	139.00	
Peso del suelo + parafina (gr)	153.10	146.20	

AGUA			
SONDAJE	C-1		
PROFUNDIDAD	1.50 m - 3.00 m		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
Cantidad de agua Inicial (m3)	800.00	800.00	
Cantidad de agua + muestra (m3)	882.00	879.00	
Cantidad de agua desplazada (m3)	82.00	79.00	

CALCULOS			
CALICATA	C-1		
PROFUNDIDAD	1.50 m - 3.00 m		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
1 Peso del suelo + parafina	153.10	146.20	
2 Peso del suelo	147.20	139.00	
3 Peso de la parafina (1)-(2)	5.90	7.20	
4 Volumen del suelo + parafina	82.00	79.00	
5 Volumen de la parafina (3)/(6)	6.78	8.28	
6 Densidad de la parafina	0.87	0.87	
7 Volumen del suelo (4) - (5)	75.22	70.72	
8 Peso volumetrico de Masa (2)/(7)	1.96	1.97	
9 Densidad Promedio (gr/cm3)	1.96		

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los Solicitantes.



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
C.P. 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

LABORATORIO DE MECANICA DE
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME : GNCO-0684

PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS COHESIVOS

(ASTM D 8937)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

CALICATA : C-2 **PROFUNDIDAD**: 1.50 m - 2.50 m

RESP. LAB : Ing. Verioska Velasquez P.

TEC. LAB. : Juan Profeta Hancoo Ccanasi

FECHA : 28/06/2021

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

SUELO			
SONDAJE	C-2		
PROFUNDIDAD	1.50 m - 2.50 m		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
Peso del suelo (gr)	78.10	40.20	
Peso del suelo + parafina (gr)	89.40	47.00	

AGUA			
SONDAJE	C-2		
PROFUNDIDAD	1.50 m - 2.50 m		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
Cantidad de agua inicial (m3)	800.00	800.00	
Cantidad de agua + muestra (m3)	853.00	829.00	
Cantidad de agua desplazada (m3)	53.00	29.00	

CALCULOS			
CALICATA	C-2		
PROFUNDIDAD	1.50 m - 2.50 m		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
1 Peso del suelo + parafina	89.40	47.00	
2 Peso del suelo	78.10	40.20	
3 Peso de la parafina (1)-(2)	11.30	6.80	
4 Volumen del suelo + parafina	53.00	29.00	
5 Volumen de la parafina (3)/(6)	12.99	7.82	
6 Densidad de la parafina	0.87	0.87	
7 Volumen del suelo (4) - (5)	40.01	21.18	
8 Peso volumetrico de Masa (2)/(7)	1.95	1.90	
9 Densidad Promedio (gr/cm3)	1.92		

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los Solicitantes.



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILA VILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

LABORATORIO DE MECANICA DE
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME : GNCO-0684

PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS COHESIVOS

(ASTM D 8937)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

SOLICITADO POR : Bach. José David Lips Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

CALICATA : C-3 PROFUNDIDAD: 0.00 m - 2.10 m

RESP. LAB : Ing. Verioska Velásquez P.

TEC. LAB. : Juan Profeta Hancoo Ccanasi

FECHA : 28/06/2021

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

SUELO			
SONDAJE	C-3		
PROFUNDIDAD	0.00 m - 2.10 m		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
Peso del suelo (gr)	114.00	79.90	
Peso del suelo + parafina (gr)	118.10	85.10	

AGUA			
SONDAJE	C-3		
PROFUNDIDAD	0.00 m - 2.10 m		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
Cantidad de agua Inicial (m3)	800.00	800.00	
Cantidad de agua + muestra (m3)	869.00	850.00	
Cantidad de agua desplazada (m3)	69.00	50.00	

CALCULOS			
CALICATA	C-3		
PROFUNDIDAD	0.00 m - 2.10 m		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
1 Peso del suelo + parafina	118.10	85.10	
2 Peso del suelo	114.00	79.90	
3 Peso de la parafina (1)-(2)	4.10	5.20	
4 Volumen del suelo + parafina	69.00	50.00	
5 Volumen de la parafina (3)/(6)	4.71	5.98	
6 Densidad de la parafina	0.87	0.87	
7 Volumen del suelo (4) - (5)	64.29	44.02	
8 Peso volumetrico de Masa (2)/(7)	1.77	1.81	
9 Densidad Promedio (gr/cm3)	1.79		

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los Solicitantes.



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

LABORATORIO DE MECANICA DE
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME : GNCO-0684

PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS COHESIVOS

(ASTM D 8937)

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

SOLICITADO POR : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

CALICATA : C-3 PROFUNDIDAD: 2.10 m - 3.00 m

RESP. LAB : Ing. Verioska Velasquez P.

TEC. LAB. : Juan Profeta Hanco Ccanasi

FECHA : 28/06/2021

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

SUELO			
SONDAJE	C-3		
PROFUNDIDAD	2.10 m - 3.00 m		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
Peso del suelo (gr)	131.50	98.90	
Peso del suelo + parafina (gr)	136.90	105.70	

AGUA			
SONDAJE	C-3		
PROFUNDIDAD	2.10 m - 3.00 m		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
Cantidad de agua Inicial (m3)	800.00	800.00	
Cantidad de agua + muestra (m3)	879.00	862.00	
Cantidad de agua desplazada (m3)	79.00	62.00	

CALCULOS			
CALICATA	C-3		
PROFUNDIDAD	2.10 m - 3.00 m		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
1 Peso del suelo + parafina	136.90	105.70	
2 Peso del suelo	131.50	98.90	
3 Peso de la parafina (1)-(2)	5.40	6.80	
4 Volumen del suelo + parafina	79.00	62.00	
5 Volumen de la parafina (3)/(6)	6.21	7.82	
6 Densidad de la parafina	0.87	0.87	
7 Volumen del suelo (4) - (5)	72.79	54.18	
8 Peso volumetrico de Masa (2)/(7)	1.81	1.83	
9 Densidad Promedio (gr/cm3)	1.82		

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por los Solicitantes.



Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. VERIOSKA VELASQUEZ PAUCAR
JEFE DE LABORATORIO

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILA VILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

REGISTROS DE EXCAVACIÓN

 **Geotecnica Ingenieros**
Consultora Constructora S.C. Ltda

.....
Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

TESIS : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO		CALICATA N°	
SOLICITADO : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara	REALIZADO POR : ING. FERNANDO VILAVILA NORIEGA	C-1	
PROFUNDIDAD : 3.00 m	ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN		
N. F. : ---	FECHA : 28/06/2021		

PROF. (m)	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFIC. SUCS	CLASIFIC. AASHTO
0.00	M-1	ML	Limo arenoso ligeramente arcilloso, de color marrón claro, en estado semicompacto a compacto, de plasticidad baja a nula, con 22.42% de contenido de humedad, 1.88% de contenido de gravas, 41.63% de arena y un 56.49% de material fino que pasa la malla N° 200.	ML	A-4(0)
0.50					
1.00					
1.50					
2.00	M-2	CL	Arcilla limosa ligeramente arenosa, de color marrón claro, en estado compacto, de plasticidad media, con 22.09% de contenido de humedad, 0.29% de contenido de gravas, 11.54% de arena y un 88.17% de material fino que pasa la malla N° 200, presentando un 35.27% de Limite Líquido, 19.16% de Limite Plástico y un 16.11% de Índice de Plasticidad.	CL	A-6(14)
2.50					
3.00					
3.50					
4.00					

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORIEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

FOTOGRAFÍAS



OBSERVACIONES

La excavación de la calicata fue realizada con maquinaria pesada del tipo Retroexcavadora.

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

PROYECTO : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO

SOLICITADO : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara

REALIZADO POR : ING. FERNANDO VILAVILA NORIEGA

PROFUNDIDAD : 2.50 m

ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN

N. F. : ---

FECHA : 28/06/2021

CALICATA N°

C-2

PROF. (m)	MUESTRA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFIC. SUCS	CLASIFIC. AASHTO
0.00					
0.50		SP			
1.00	M-1	SM	Arena mal graduada ligeramente limosa, de color marrón claro, en estado semicompacto a compacto, de plasticidad nula, con 11.49% de contenido de humedad, 5.62% de contenido de gravas, 87.79% de arena y un 6.59% de material fino que pasa la malla N° 200.	SP-SM	A-1-b(0)
1.50					
2.00	M-2	SC			
2.50		SM	Arena arcillosa ligeramente limosa, de color marrón claro, en estado compacto, de plasticidad baja, con 6.66% de contenido de humedad, 1.07% de contenido de gravas, 54.15% de arena y un 44.78% de material fino que pasa la malla N° 200, presentando un 21.41% de Límite Líquido, 14.77% de Límite Plástico y un 6.64% de Índice de Plasticidad.	SC-SM	A-4(0)
3.00					
3.50					
4.00					

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda.

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORIEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

FOTOGRAFÍAS



OBSERVACIONES

La excavación de la calicata fue realizada con maquinaria pesada del tipo Retroexcavadora.

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

PROYECTO : EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

UBICACIÓN : SECTOR: LURIATA, DIST: HUANCANE, PROV: HUANCANE, REGIÓN: PUNO	CALICATA N° C-3
SOLICITADO : Bach. José David Lipa Ortiz - Bach. Néstor Vilca Jara	REALIZADO POR : ING. FERNANDO VILAVILA NORIEGA
PROFUNDID: 3.00 m	ESTRUCTURA : CIMENTACIÓN
N. F. : ---	FECHA : 28/06/2021

PROF. (m)	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFIC. SUCS	CLASIFIC. AASHTO
0.00					
0.50					
1.00	M-1	CL	Arcilla limosa ligeramente arenosa, de color marrón claro, en estado semicompacto a compacto, de plasticidad baja, con 19.05% de contenido de humedad, 9.09% de contenido de gravas, 20.33% de arena y un 70.58% de material fino que pasa la malla N° 200, presentando un 25.43% de Límite Líquido, 16.66% de Límite Plástico y un 8.77% de Índice de Plasticidad.	CL	A-4(4)
1.50					
2.00					
2.50	M-2	CL	Arcilla limosa ligeramente arenosa, de color marrón claro, en estado compacto, de plasticidad media, con 21.49% de contenido de humedad, 0.00% de contenido de gravas, 22.62% de arena y un 77.38% de material fino que pasa la malla N° 200, presentando un 36.90% de Límite Líquido, 20.70% de Límite Plástico y un 16.20% de Índice de Plasticidad.	CL	A-6(12)
3.00					
3.50					
4.00					

Geoincosur Ingenieros
Consultora Constructora S.C.R.Ltda

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORIEGA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

FOTOGRAFÍAS



OBSERVACIONES

La excavación de la calicata fue realizada con maquinaria pesada del tipo Retroexcavadora.

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN EQUIPOS DE LABORATORIO



 **Geotecnica Ingenieros**
Consultora Constructora S.C.R. Ltda

.....
Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORIEGA
CIP 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 341-2020 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-29

1. SOLICITANTE : GEOINCOSUR INGENIEROS CONSULTORA
CONSTRUCTORA S.R.L

DIRECCIÓN : JR. ICA MZA. G LOTE. 14 URB. SAN BORJA
CUSCO – WANCHAC

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : SE6001F

NÚMERO DE SERIE : 7130590415

ALCANCE DE INDICACIÓN : 6000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0.1 g

PROCEDENCIA : USA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-10-23

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4° - ABRIL, 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO DE GEOINCOSUR INGENIEROS CONSULTORA CONSTRUCTORA S.R.L
JR. ICA MZA. G LOTE. 14 URB. SAN BORJA CUSCO – WANCHAC


Gilmer Antonio Huaman Pucuioma
Responsable del Laboratorio de Metrología



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



LABORATORIO S.A.C.

Página 2 de 3

	Inicial	Final
Temperatura	19.1 °C	19.2 °C
Humedad Relativa	40 %	41 %

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M2)	LM - C - 076 - 2020 CC - 2502 - 2019

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABAJO	TIENE		

	Initial	Final
Temp. (°C)	19.1	19.1

Medición	Carga L1= 3,000.0 g			Carga L2= 6,000.0 g		
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)
1	3,000.0	60	-10	5,999.9	60	-110
2	3,000.0	40	10	5,999.8	50	-200
3	3,000.0	60	-10	5,999.9	40	-90
4	3,000.0	40	10	5,999.9	50	-100
5	3,000.0	60	-10	5,999.9	40	-90
6	3,000.0	50	0	5,999.9	50	-100
7	3,000.0	40	10	5,999.8	40	-190
8	3,000.0	50	0	5,999.9	60	-110
9	3,000.0	60	-10	5,999.9	50	-100
10	3,000.0	50	0	5,999.9	40	-90
Diferencia Máxima			20			
Error máximo permitido ±			300 mg	± 300 mg		

Diferencia Máxima

Error máximo permitido	\pm	300 mg
------------------------	-------	--------

± 300 mg



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE G&L LABORATORIO S.A.C



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Vista Frontal		Temp. (°C)		Initial	Final				
				19.1	19.1				
Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	l(g)	Δ L (mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	1.0	1.0	50	0	2,000.0	2,000.1	50	100	100
2		1.0	40	10		2,000.1	40	110	100
3		1.0	50	0		2,000.2	50	200	200
4		1.0	40	10		2,000.2	40	210	200
5		1.0	50	0		2,000.0	50	0	0
(*) valor entre 0 y 10 e					Error máximo permitido : ± 200 mg				

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

		Initial		Final					
Temp. (°C)		19.2		19.2					
Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	Ec (mg)	±(mg)
1.0	1.0	50	0						100
5.0	5.0	50	0	0	5.0	50	0	0	100
10.0	10.0	40	10	10	10.0	40	10	10	100
50.0	50.0	40	10	10	50.0	50	0	0	100
100.0	100.0	50	0	0	100.0	40	10	10	100
1,000.0	1,000.0	40	10	10	1,000.0	50	0	0	200
2,000.0	2,000.1	50	100	100	2,000.1	40	110	110	200
3,000.0	3,000.1	50	100	100	3,000.1	50	100	100	300
4,000.0	4,000.1	40	110	110	4,000.1	40	110	110	300
5,000.0	5,000.1	50	100	100	5,000.1	50	100	100	300
6,000.0	5,999.9	50	-100	-100	5,999.9	50	-100	-100	300

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 3,019\text{E-}08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{034\text{E-}04 \text{ g}^2 + 214\text{E-}12 \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E_c: Error en cero

E_c: Error corregido

Número de tipo Científico

E-xx = 10^{-xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 343-2020 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-29

1. SOLICITANTE : GEOINCOSUR INGENIEROS CONSULTORA
CONSTRUCTORA S.R.L

DIRECCIÓN : JR. ICA MZA. G LOTE. 14 URB. SAN BORJA
CUSCO – WANCHAQ

2. INSTRUMENTO DE
MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : V11P15T

NÚMERO DE SERIE : 00911825

ALCANCE DE
INDICACIÓN : 15 kg

DIVISIÓN DE ESCALA
/ RESOLUCIÓN : 0.002 kg

DIVISIÓN DE
VERIFICACIÓN (e) : 0.002 kg

PROCEDENCIA : USA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE
CALIBRACIÓN : 2020-10-23

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3° - ENERO, 2009.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO DE GEOINCOSUR INGENIEROS CONSULTORA CONSTRUCTORA S.R.L
JR. ICA MZA. G LOTE. 14 URB. SAN BORJA CUSCO – WANCHAQ


SUPERVISOR
LABORATORIO
Gilmer Antonio Huamán Porcuima
Responsable del Laboratorio de Metrología



G&L LABORATORIO S.A.C

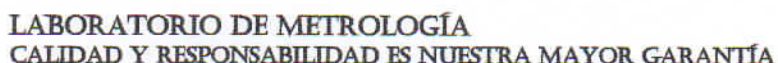
Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



LABORATORIO S.A.C.

Página 2 de 3

	Inicial	Final
Temperatura	18.9 °C	18.9 °C
Humedad Relativa	40 %	40 %

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M2)	LM - C - 076 - 2020 CC - 2502 - 2019 CC - 2503 - 2019

Para 15 g. la balanza indicó 15.002 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	NO TIENE		

	Initial	Final
Temp. (°C)	18.9	18.9

Medición N°	Carga L1= 7.500 kg			Carga L2= 15.000 kg		
	l(kg)	ΔL(g)	E(g)	l(kg)	ΔL(g)	E(g)
1	7.500	0.4	0.6	15.000	0.4	0.6
2	7.500	0.5	0.5	15.000	0.4	0.6
3	7.500	0.4	0.6	15.000	0.3	0.7
4	7.500	0.4	0.6	15.000	0.4	0.6
5	7.500	0.4	0.6	15.000	0.5	0.5
6	7.500	0.5	0.5	15.000	0.5	0.5
7	7.500	0.4	0.6	15.000	0.6	0.4
8	7.500	0.5	0.5	15.000	0.5	0.5
9	7.500	0.4	0.6	15.000	0.6	0.4
10	7.500	0.4	0.6	15.000	0.5	0.5
Diferencia Máxima			0.1	0.3		
Error permisible ±			6 g	6 g		

Diferença Máxima

errores no permitido

G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Telefone: (01) 622-5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE G&L LABORATORIO S.A.C



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C) Inicial Final
18.9 18.9

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	I(kg)	ΔL(g)	E ₀ (g)	Carga (kg)	I(kg)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)
1	0.200	0.200	0.4	0.6	5.000	5.000	0.4	0.6	0.0
2		0.200	0.5	0.5		5.000	0.4	0.6	0.1
3		0.200	0.6	0.4		5.000	0.6	0.4	0.0
4		0.200	0.5	0.5		5.000	0.4	0.6	0.1
5		0.200	0.4	0.6		5.000	0.4	0.6	0.0

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 6 g

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C) Inicial Final
18.9 18.9

Carga L(kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(g)
	I(kg)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	I(kg)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	
0.200	0.200	0.5	0.5						2
1.000	1.000	0.6	0.4	-0.1	1.000	0.5	0.5	0.0	2
2.000	2.000	0.5	0.5	0.0	2.000	0.4	0.6	0.1	4
4.000	4.000	0.4	0.6	0.1	4.000	0.5	0.5	0.0	4
5.000	5.000	0.5	0.5	0.0	5.000	0.5	0.5	0.0	6
8.000	8.000	0.5	0.5	0.0	8.000	0.6	0.4	-0.1	6
10.000	10.000	0.5	0.5	0.0	10.000	0.5	0.5	0.0	6
12.000	12.000	0.5	0.5	0.0	12.000	0.6	0.4	-0.1	6
13.000	13.000	0.6	0.4	-0.1	13.000	0.5	0.5	0.0	6
14.000	14.000	0.6	0.4	-0.1	14.000	0.6	0.4	-0.1	6
15.000	15.000	0.6	0.4	-0.1	15.000	0.6	0.4	-0.1	6

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 315E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{6,765E-04 g^2 + 088E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{-xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 361-2020 GLL

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-29

1. SOLICITANTE : GEOINCOSUR INGENIEROS CONSULTORA
CONSTRUCTORA S.R.L

DIRECCIÓN : JR. ICA MZA. G LOTE. 14 URB. SAN BORJA
CUSCO – WANCHAQ

2. INSTRUMENTO DE
MEDICIÓN : PIE DE REY

MARCA : UBERMANN

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA

ALCANCE DE
INDICACIÓN : 0 mm a 150 mm

DIVISIÓN DE ESCALA
/ RESOLUCIÓN : 0.01 mm

DIVISIÓN DE
VERIFICACIÓN : NO PRESENTA

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

IDENTIFICACIÓN : CM-915 (*)

TIPO : DIGITAL

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE
CALIBRACIÓN : 2020-10-28

Misión:

Prestar servicio con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación innovadora, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Pie de Rey. PC – 012 del SNM/INDECOPI, Quinta Edición Junio 2012.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE LONGITUD DE G&L LABORATORIO S.A.C
AV. MIRAFLORES MZ. E LT. 60 URB. SANTA ELISA II ETAPA LOS OLIVOS – LIMA


Gilmer Antonio Huaman Poggioma
Responsable del Laboratorio de Metrología



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	21.1 °C	21.1 °C
Humedad Relativa	59 %	59 %

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Juego de Bloque Planoparalelos Grado 0	LLA - 142 - 2020

7. OBSERVACIONES

Refieren al momento y las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de la calibración en función de uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

8. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

9. RESULTADOS DE MEDICIÓN

VALOR PATRÓN mm	PROMEDIO DE LA INDICACIÓN DEL PIE DE REY mm	ERROR µm
50.0005	50.0107	10.2
100.0007	100.0113	10.6
150.0011	150.0120	10.8

VALOR PATRÓN mm	ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E) µm
150.00	0.00

VALOR PATRÓN mm	ERROR DE REPETIBILIDAD (R) µm
0.00	0.00

VALOR PATRÓN mm	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES (SE-) µm
10.00	0.0



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C

VALOR PATRÓN mm	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD (Se-p) µm
10.00	6.67

VALOR PATRÓN mm	ERROR DE CONTACTO LINEAL (L) µm
10.00	10.00

VALOR PATRÓN mm	ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA (J) µm
10.00	10.00

VALOR PATRÓN mm	ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA MEDICIÓN DE INTERIORES (K) µm
5.00	10.00

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN: $[(12,17^2 + 0,03^2)^{1/2}]^{1/2} \mu m$
L: INDICACIÓN EXPRESADOS EN MILÍMETROS

Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores de interiores (Se-i)

Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores de profundidad (Se-p)

El instrumento tiene un error máximo permisible de $\pm 25 \mu m$, según fabricante



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA
Calibration Certificate – Laboratory of Force

NÚMERO: 337 – 2020 GLF
Pág. 1 de 5

OBJETO DE PRUEBA:

Rangos
Dirección de carga
FABRICANTE
Modelo
Serie
Ubicación de la máquina

Norma utilizada

Intervalo calibrado

Temperatura de prueba

Inspección general

Solicitante

Dirección

Ciudad

PATRON(ES) UTILIZADO(S)

Tipo / Modelo

Fabricante

No. serie

Certif. de calibr.

Fecha de validez

Incert. Med. (%)

Unidades de medida

FECHA DE CALIBRACIÓN

FECHA DE EXPEDICIÓN

FIRMAS AUTORIZADAS

EQUIPO DE CORTE DIRECTO DIGITAL

2500 N

Compresión

PINZUAR LTDA.

PS – 107 – C

110

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO DE GEOINCOSUR INGENIEROS
CONSULTORA CONSTRUCTORA S.R.L

NTC – ISO 7500 – 1 (2002 – 09 – 18)

Escala (s) 2500 N

De ... a 20% – 100%

Temp. Inicial 18.9 °C Temp. Final 19.4 °C

La máquina se encuentra en buen estado de funcionamiento.

GEOINCOSUR INGENIEROS CONSULTORA CONSTRUCTORA S.R.L

JR. ICA MZA. G LOTE. 14 URB. SAN BORJA CUSCO – WANCHAQ

CUSCO

T31P / DEF – A

OHAUS / KELI

B632871732 / AHK2580

Nº 010 – 2020 GLF

2020 – 01 – 13

± 0.032

Sistema Internacional de Unidades (SI)

2020 – 10 – 23

2020 – 10 – 29

Téc. Gilmer Antonio Huamán Poquioma.
Responsable del Laboratorio de Metrología.



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: 337 – 2020 GLF

Pág. 2 de 5

Método de calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE
Tipo de instrumento: EQUIPO AUTOMÁTICO PARA ENSAYOS DE CORTE DIRECTO DIGITAL

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA: 2500 N Resolución: 0.04 N Dirección de la carga: Compresión
2500 N 0.04 N Factor de conversión: 1.0 N/N

Indicación de la máquina (F _i)			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	N	N	1(Asc)	2(Asc)	2(Desc)	3(Asc)	4(Asc)
10	250.0	250.0	251.54	251.36	No aplica	251.18	No aplica
20	0500.0	0500.0	502.16	501.42	No aplica	501.26	No aplica
30	0750.0	0750.0	751.19	751.48	No aplica	751.36	No aplica
40	1000.0	1000.0	1001.26	1001.12	No aplica	1001.42	No aplica
50	1250.0	1250.0	1251.33	1251.38	No aplica	1251.28	No aplica
60	1500.0	1500.0	1501.40	1501.36	No aplica	1500.94	No aplica
70	1750.0	1750.0	1751.47	1751.16	No aplica	1751.94	No aplica
80	2000.0	2000.0	2001.54	2000.98	No aplica	2000.72	No aplica
90	2250.0	2250.0	2251.54	2251.07	No aplica	2251.24	No aplica
100	2500.0	2500.0	2501.34	2501.41	No aplica	2501.36	No aplica
Indicación después de carga:			0.00	0.00	No aplica	0.00	No aplica

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA: 2500 N Incertidumbre del patrón: ± 0.032 %

Indicación de la máquina (F _i)			Cálculo de errores relativos				Resolución	Incertidumbre relativa
%	N	N	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios		
			q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)	U (%) k = 2
20	0500.0	0500.0	-0.32	0.18	No aplica	No aplica	0.01	0.12
30	0750.0	0750.0	-0.18	0.04	No aplica	No aplica	0.01	0.04
40	1000.0	1000.0	-0.13	0.03	No aplica	No aplica	0.00	0.04
50	1250.0	1250.0	-0.11	0.01	No aplica	No aplica	0.00	0.03
60	1500.0	1500.0	-0.08	0.03	No aplica	No aplica	0.00	0.04
70	1750.0	1750.0	-0.09	0.04	No aplica	No aplica	0.00	0.04
80	2000.0	2000.0	-0.05	0.04	No aplica	No aplica	0.00	0.04
90	2250.0	2250.0	-0.06	0.02	No aplica	No aplica	0.00	0.03
100	2500.0	2500.0	-0.05	0.00	No aplica	No aplica	0.00	0.03
Error de cero fe (%)			0.00	0.00	No Aplica	0.00	No aplica	Err máx.(0) = 000

Nombre del Técnico: Gilmer Antonio Huamán P.



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: 337 – 2020 GLF

Pág. 3 de 5

CLASIFICACIÓN DE EQUIPO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA 2500 N

Error de exactitud 0.32 %

Error de repetibilidad 0.18 %

Error de Reversibilidad No aplica

Error de cero 0.00

Error por accesorios No aplica %

Resolución 0.016 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC – ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA 2500 N Compresión CLASE 1,0 Desde el 20 %

PATRONES DE REFERENCIA

Laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga tipo "S" OHAUS / KELI, B632871732 / AHK2580, Patrón utilizado Celda de carga tipo "S" De 500 kgf con incertidumbre del orden de 0,032 % con certificado de calibración N° 010 – 2020 GLF

OBSERVACIONES .

1. Los informes de calibración sin las firmas no tienen validez .
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7500-1)
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7500-1)
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenidos parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .
6. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 337 – 2020 GLF

FIRMAS AUTORIZADAS



Téc. Gilmer Antonio Lozano Poquima.
Responsable del Laboratorio de Metrología.



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: 337 – 2020 GLF

Pág. 4 de 5

Solicitante: GEOINCOSUR INGENIEROS CONSULTORA CONSTRUCTORA S.R.L
Dirección: JR. ICA MZA. G LOTE. 14 URB. SAN BORJA CUSCO – WANCHAQ
Ciudad: CUSCO
Máquina: EQUIPO DE CORTE DIRECTO (Cal. Relación de Brazo)
Fabricante: PINZUAR LTDA.
Modelo / Serie: PS – 107 – C / 110
Ubicación: LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO DE GEOINCOSUR INGENIEROS CONSULTORA CONSTRUCTORA S.R.L

Método de Calibración

Determinación del valor real del factor de aplicación de carga al usar el brazo multiplicador

Método: Cargas de prueba (pesas propias del equipo de corte), la fuerza real aplicada se mide sobre una celda calibrada

Técnico : Gilmer Antonio Huamán Poquioma

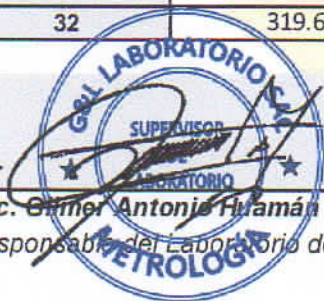
Factor de Multiplicación 1 : 5

Carga	Lectura 1	Lectura 2	Lectura Prom.	Factor
kg	kg	kg	kg	
2	9.85	9.90	9.88	4.94
4	19.65	19.80	19.73	4.93
8	39.40	39.55	39.48	4.93
16	78.85	79.25	79.05	4.94
32	158.30	158.55	158.43	4.95
Promedio				4.94

Factor de Multiplicación 1 : 10

Carga	Lectura 1	Lectura 2	Lectura Prom.	Factor
kg	kg	kg	kg	
2	19.85	19.95	19.90	9.95
4	39.80	40.05	39.93	9.98
8	79.80	80.20	80.00	10.00
16	160.15	160.00	160.08	10.00
32	319.65	320.15	319.90	10.00
Promedio				9.99

Téc. Gilmer Antonio Huamán Poquioma.
Responsable del Laboratorio de Metrología.



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: 337 - 2020 GLF

Pág. 5 de 5

Solicitante: GEOINCOSUR INGENIEROS CONSULTORA CONSTRUCTORA S.R.L
Dirección: JR. ICA MZA. G LOTE 14 URB. SAN BORJA CUSCO - WANCHAQ
Ciudad: CUSCO
Máquina: EQUIPO DE CORTE DIRECTO (Velocidad)
Fabricante: PINZUAR LTDA.
Modelo / Serie : PS - 107 - C / 110
Ubicación: LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO DE GEOINCOSUR INGENIEROS CONSULTORA CONSTRUCTORA S.R.L

Método: operación de la máquina aplicando horizontalmente la velocidad sobre el tornillo de desplazamiento ubicada en la caja de engranajes.

Se mide el desplazamiento con un indicador digital y tiempo con un cronómetro.

Medición en mm / minuto

Rango: Bajo

Indicación Máquina	Lectura 1 mm / min	Lectura 2 mm / min	Lectura 3 mm / min	Promedio mm / min
0.000	0,000	0,000	0,000	0,000
0.030	0,028	0,028	0,028	0,028
0.060	0,061	0,061	0,061	0,061
0.090	0,093	0,093	0,093	0,093
0.120	0,126	0,126	0,126	0,126
0.150	0,157	0,157	0,157	0,157

Rango: Alto

Indicación Máquina	Lectura 1 mm / min	Lectura 2 mm / min	Lectura 3 mm / min	Promedio mm / min
0.000	0,000	0,000	0,000	0,000
0.300	0,292	0,292	0,292	0,292
0.600	0,596	0,596	0,596	0,596
0.900	0,904	0,904	0,904	0,904
1.200	1,210	1,210	1,210	1,210
1.500	1,506	1,506	1,506	1,506

Medición en pulgadas / minuto

Rango: Bajo

Indicación Máquina	Lectura 1 pulg / min	Lectura 2 pulg / min	Lectura 3 pulg / min	Promedio pulg / min
0.000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0.030	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011
0.060	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024
0.090	0,0037	0,0037	0,0037	0,0037
0.120	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050
0.150	0,0062	0,0062	0,0062	0,0062

Rango: Alto

Indicación Máquina	Lectura 1 pulg / min	Lectura 2 pulg / min	Lectura 3 pulg / min	Promedio pulg / min
0.000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0.300	0,0115	0,0115	0,0115	0,0115
0.600	0,0235	0,0235	0,0235	0,0235
0.900	0,0356	0,0356	0,0356	0,0356
1.200	0,0476	0,0476	0,0476	0,0476
1.500	0,0593	0,0593	0,0593	0,0593

Téc. Guiller Apaza
Responsable del Laboratorio de Metrología.
G & L LABORATORIO S.A.C

(*) Este informe expresa únicamente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: servicios@gylaboratorio.com / laboratorio.gylaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°339-2020 GLT

Página 1 de 4

Fecha de Emisión : 2020-10-29

1. SOLICITANTE : GEOINCOSUR INGENIEROS
CONSULTORA CONSTRUCTORA S.R.L

DIRECCIÓN : JR. ICA MZA. G LOTE. 14 URB. SAN BORJA
CUSCO - WANCHAQ

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: HORNO ELÉCTRICO

MARCA : HACEB
MODELO : AS60
NÚMERO DE SERIE : 98668604
PROCEDENCIA : COLOMBIA
IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA
UBICACIÓN : LABORATORIO

Descripción del Termómetro del Equipo

Tipo : ANALÓGICO
Alcance de Indicación : 0 °C a 300 °C
División de Escala : 10 °C

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2020-10-23

La calibración se realizó en el LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO DE GEOINCOSUR INGENIEROS
CONSULTORA CONSTRUCTORA S.R.L

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-018 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termostático", edición 2, Junio 2009; del SNM-INDECOP - Perú.

5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Inicial	Final
Temperatura °C	19.4	19.8
Humedad Relativa %HR	38	38

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
TOTAL WEIGHT	Termómetro de indicación digital de 10 termocuplas	CC - 2505 - 2019

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C, no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Téc. Olima A. Huamán Proxhoma
Responsable del Laboratorio de Metrología

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE TRABAJO : $110^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T. Prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	110.3	109.7	108.8	111.6	111.3	109.1	111.8	112.3	110.8	110.6	110.6	3.5
02	110	110.2	109.7	108.8	111.6	111.3	109.2	111.8	112.6	110.7	110.8	110.7	3.8
04	110	110.3	109.8	108.8	111.7	111.3	109.2	111.8	112.5	110.6	110.5	110.7	3.7
06	110	110.3	109.8	108.7	111.6	111.2	109.3	111.7	112.3	110.6	110.6	110.6	3.6
08	110	110.3	109.9	108.8	111.6	111.2	109.4	111.6	112.4	110.6	110.6	110.6	3.6
10	110	110.4	109.9	108.8	111.5	111.2	109.3	111.7	112.3	110.7	110.7	110.7	3.5
12	110	109.2	108.9	110.4	110.1	113.3	114.1	111.6	104.2	108.2	109.3	109.9	9.9
14	110	109.2	109.4	110.4	110.1	111.6	112.1	111.8	104.4	108.2	109.3	109.7	7.7
16	110	109.2	110.4	110.2	110.4	114.3	111.6	111.8	104.4	108.6	109.5	110.0	9.9
18	110	109.2	110.4	110.2	110.3	113.5	114.2	111.7	104.4	108.6	109.5	110.2	9.8
20	110	109.8	110.7	110.5	110.2	113.4	114.2	111.7	104.5	108.6	109.5	110.3	9.7
22	110	109.4	110.2	110.3	110.3	113.4	114.2	111.6	104.5	108.6	109.5	110.2	9.7
24	110	110.3	109.6	108.6	112.0	111.3	109.4	111.8	112.3	110.8	110.6	110.7	3.7
26	110	110.3	109.6	108.7	111.9	111.3	109.5	111.6	112.4	110.7	110.6	110.7	3.7
28	110	110.2	109.7	108.6	111.8	111.4	109.4	111.6	112.3	110.7	110.6	110.6	3.7
30	110	110.2	109.6	108.6	111.8	111.4	109.4	111.6	112.3	110.7	110.7	110.6	3.7
32	110	110.3	109.7	108.6	111.8	111.4	109.4	111.6	112.3	110.7	110.7	110.7	3.7
34	110	110.4	109.8	108.7	111.7	111.4	109.4	111.6	112.4	110.7	110.6	110.7	3.7
36	110	110.4	109.8	108.7	111.8	111.4	109.4	111.7	112.4	110.7	110.6	110.7	3.7
38	110	110.4	109.8	108.7	111.8	111.3	109.4	111.7	112.4	110.6	110.7	110.7	3.7
40	110	109.4	110.4	110.5	110.3	113.4	114.2	111.6	105.9	109.6	110.5	110.6	8.3
42	110	109.2	110.8	110.2	110.5	113.4	114.1	111.6	106.0	109.7	110.6	110.6	8.1
44	110	109.9	110.3	110.6	110.4	113.4	114.1	111.6	106.0	109.7	110.7	110.7	8.1
46	110	109.5	110.6	110.5	110.8	113.4	114.1	111.7	106.1	109.8	110.7	110.7	8
48	110	109.5	110.4	110.6	110.4	113.5	114.2	111.7	106.1	109.8	110.8	110.7	8.1
50	110	109.5	110.2	110.3	110.5	113.5	114.2	111.7	106.2	109.9	110.9	110.7	8.0
52	110	110.3	109.6	108.6	111.8	111.3	109.3	111.8	112.3	110.6	110.8	110.6	3.7
54	110	110.3	109.6	108.6	111.8	111.6	109.3	111.8	112.6	110.6	110.8	110.7	4
56	110	110.3	109.7	108.6	111.8	111.6	109.3	111.8	112.7	110.6	110.8	110.7	4.1
58	110	110.0	109.6	108.7	111.8	111.7	109.4	111.8	112.6	110.6	110.8	110.7	3.9
60	110	110.4	109.7	108.8	111.8	111.6	109.4	111.8	112.5	110.6	110.7	110.7	3.7
T. PROM.	110	110.0	109.9	109.4	111.2	112.1	111.1	111.7	109.6	110.1	110.4	110.5	
T. MAX	110	110.4	110.8	110.6	112.0	114.3	114.2	111.8	112.7	110.8	110.9		
T. MIN	110	109.2	108.9	108.6	110.1	111.2	109.1	111.6	104.2	108.2	109.3		
DTT	0.1	1.2	1.9	2.0	1.9	3.1	5.1	0.2	8.5	2.6	1.6		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.3	0.3
Mínima Temperatura Medida	104.2	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	8.5	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	2.8	0.3
Estabilidad Medida (\pm)	4.25	0.04
Uniformidad Medida	9.9	0.3

T: PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. Prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
T. MAX: Temperatura máxima.
T. MIN: Temperatura mínima.
DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C

8. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 min.

El esquema de distribución y posición de los termocupas calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

(*) Código asignado por G&L LABORATORIO S.A.C

Para la temperatura de 110°C

La calibración se realizó sin carga.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

NOTA:

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. G&L LABORATORIO SAC. no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

Una copia de este documento será mantenido en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

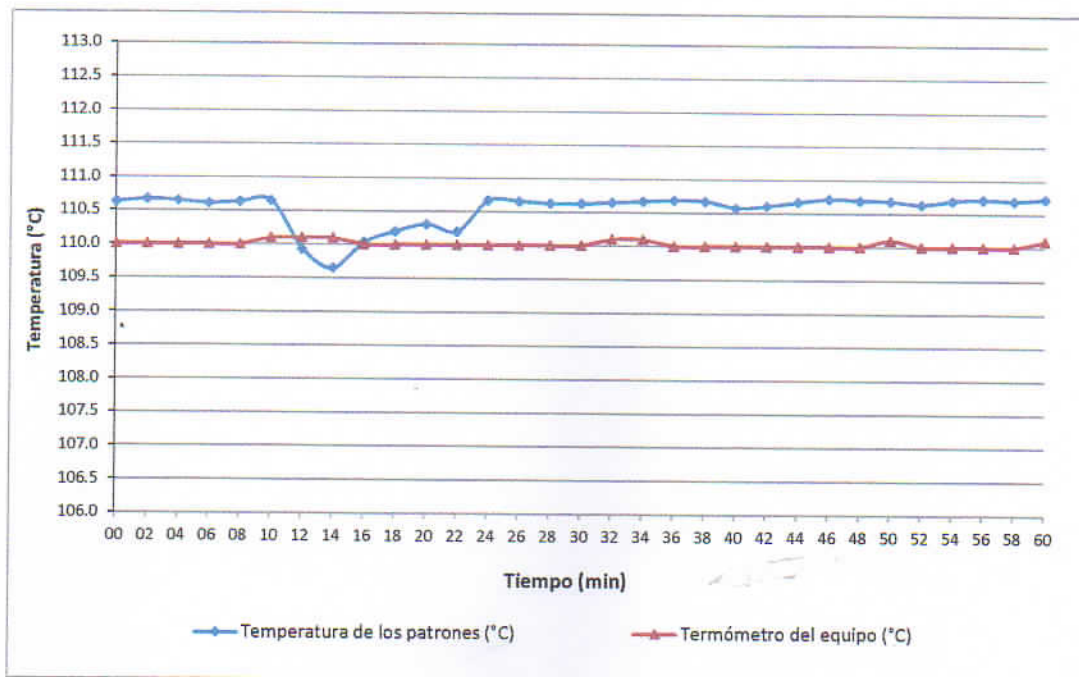
Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

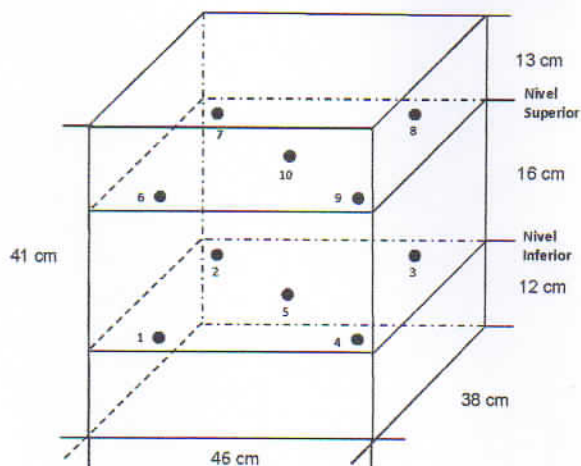
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO

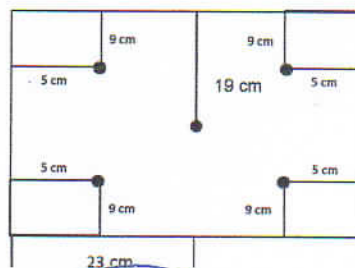
TEMPERATURA DE TRABAJO 110°C



UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Vista Frontal



Los sensores se colocaron a 5 cm de altura sobre sus respectivos niveles.



G&L LABORATORIO S.A.C.

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

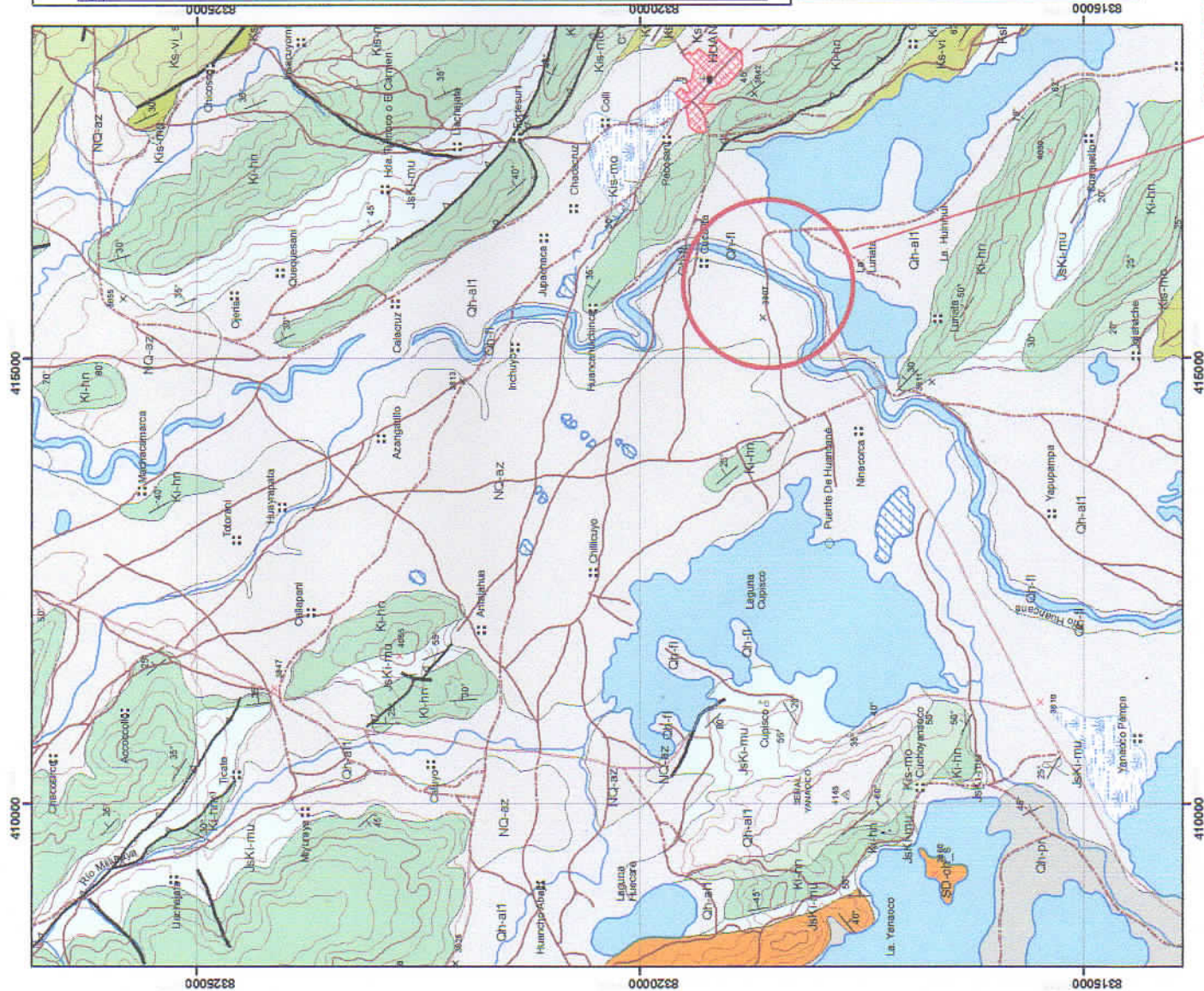
Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C

PLANOS

 **Geotincosur Ingenieros**
Consultora Constructora S.C.R.L. Ltda

.....
Ing. ANGEL FERNANDO VILA VILA NORJEGA
C.P. 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



ERA/TEMPO	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	DESCRIPCION	ROCAS IGNEAS
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENO	Dep. Pleistoceno Reciente	Limos y arenas	
			Dep. Fluvial	Gravels, arenas redondeadas bien clasificadas	
			Dep. Aluvial 1	Gravels subangulosos a subredondeados mal clasificados en una matriz arena limosa	
			Fm. Azangaro	Limos y arenas de grano fino, en capas delgadas, poco consolidadas	
MESOZOICA	CRETACEO	SUPERIOR	Gpo. Tacaza	Tubo alterado a arenita-carbonatos	
			Gpo. Puno	Conglomerados con areniscas color bruno a marron, en capas medianas e gruesas	
			Fm. Atungate	Lodolitas rojas en capas medianas, laminadas, con niveles de arenisca roja de grano medio	
			Fm. Viquechico	Lodolitas gris verdosas a gris oscuras y pardo amarillentas, con niveles de arenisca carbonosa blanquecina	
			Gpo. Moho	Olistolitos de calizas con lodolitas y areniscas calcareas laminadas en capas delgadas	
	JURASICO SUPERIOR	SUPERIOR	Fm. Huancané	Lodolitas rojas en capas delgadas a medianas con niveles de areniscas rojas, se observaba nivel delgado lenticular de caliza espática gris oscura	
			Fm. Muri	Areniscas calcareas, grano fino a medio en capas medianas, de color bruno a gris oscuro, con estructuras de estratificación sigmoidal	
			Gpo. Milu	Lodolitas rojas a brunáceas en capas delgadas con niveles de areniscas rojas de grano grueso	
			Gpo. Tarma Copacabana	Conglomerados predominantemente líticos de calizas en una matriz arenisca de grano grueso	
			Formación Chagral	Areniscas calcáreas con calizas hacia el tope, con presencia de fósiles	
PALEOZOICA	DEVONICO	SUPERIOR	Mbo. Superior	Areniscas carbonosas de grano fino, en capas delgadas a medianas medianas, con niveles de pelitas gris	
			Mbo. Inferior	Pelitas gris oscuras laminadas, con pizetas y niveles de areniscas carbonosas grano fino en capas delgadas incipientes	

Geocinsur Ingenieros
Consultora Constructora S.C. Ltda

Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORIEGA
CIP 83194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

GEOLGIA REGIONAL

TESIS: EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO

BACH. JOSE DAVID LIPA ORTIZ
BACH. NESTOR VILCA JARA

ESCALA: 1:50,000
JULIO - 2021

SÍMBOLOS

- Contorno geológico conocido
- Sobreescaramiento definido
- Falla trascurrenente
- Lineamiento
- Eje de anticlinal
- Eje de sinclinal
- Eje de anticlinal volcado
- Buzamiento de capas
- Rumbo y buzamiento de capas volcadas
- Foel
- Poleado o comunidad
- Linea de sección

ZONA DE ESTUDIO



TESIS: "EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRICOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO"

PLANO: UBICACIÓN DE CALICATAS

UBICACIÓN:

FECHA: JULIO - 2021

LURIATA - HUANCANE - PUNO




Ing. ANGEL FERNANDO VILAVILA NORJICA
CIP: 93194
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

“EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANÉ DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA HUANCANÉ - PUNO”

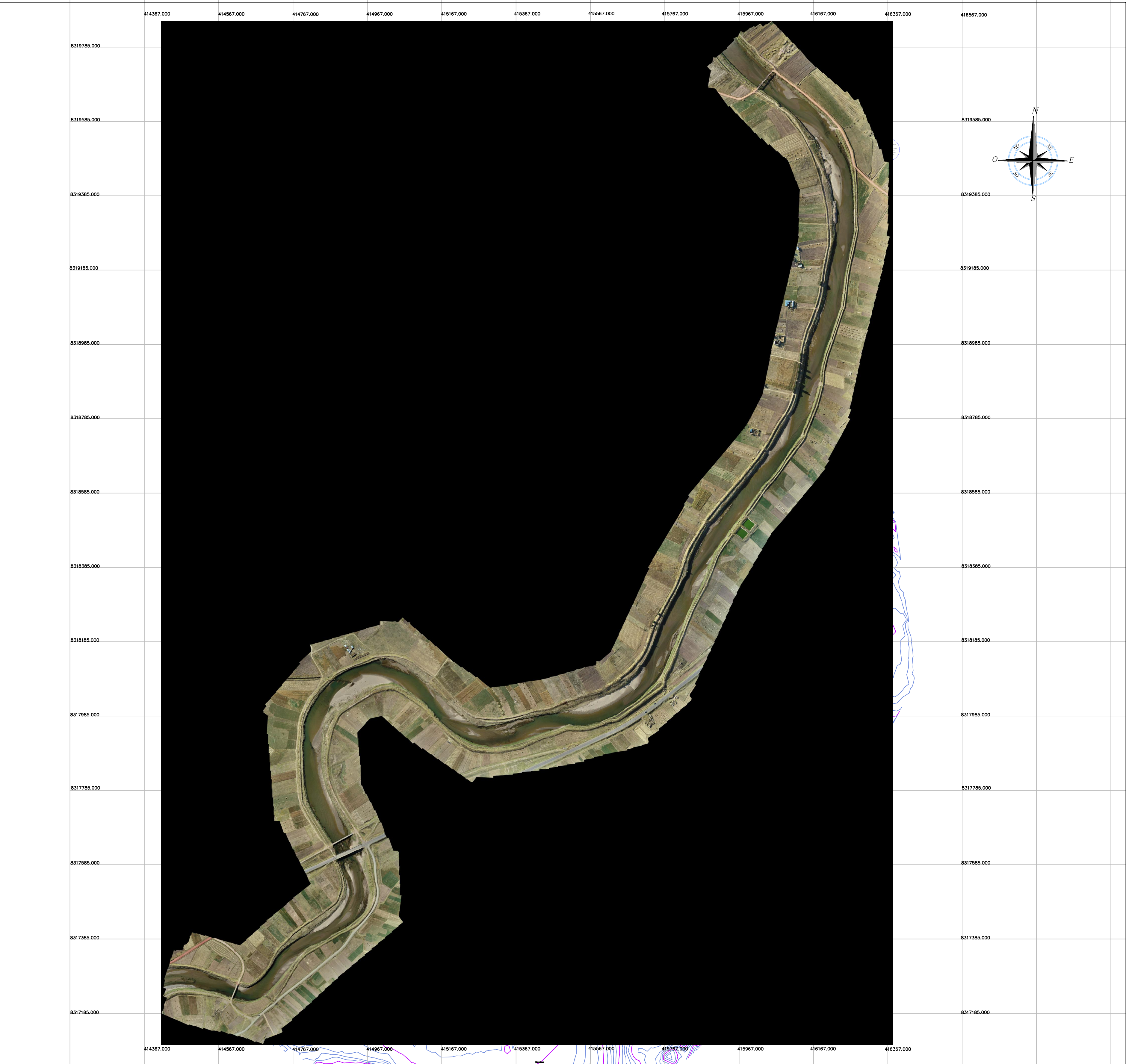
PLANO: TOPOGRAFICO



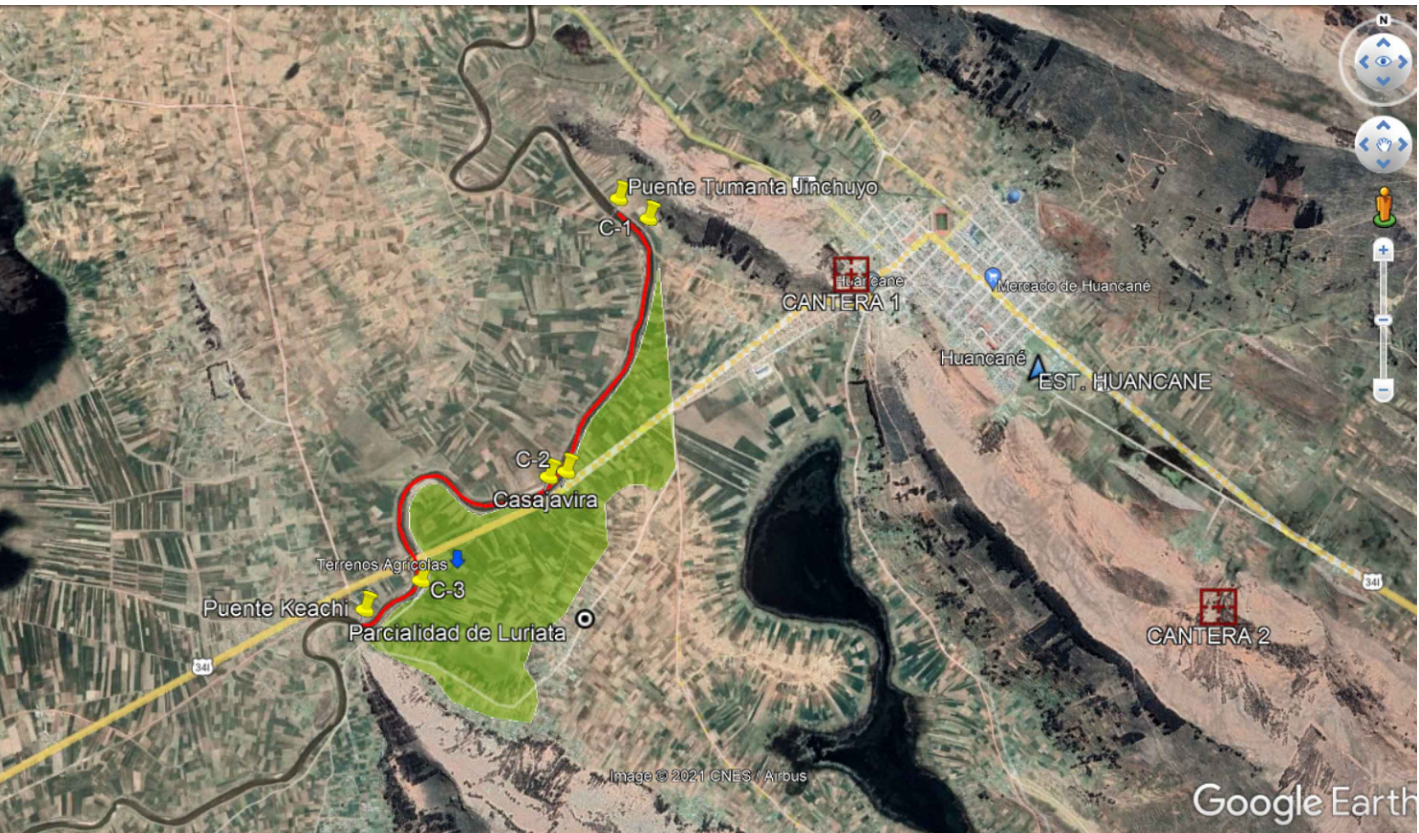
 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE CALLAO				INGENIERIA/DISEÑO	
TÍTULO: “EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANÉ DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA HUANCANÉ - PUNO”					
PLANO: TOPOGRAFICO				Escala: IND.	
Autor: SAUL ALBERTO AREVALO VIAL		Depto: PUNO	Prov: HUANCANE	Distrito: HUANCANE	
Tercera: Ana Doris López Ochoa Vice Jara, Néstor Rojas		C. R.: David López@hotmail.com		Parcialidad: LURIATA	
Fecha: AGOSTO 2021		Observaciones:		Revisado:	


T-01

 **UCV**
UNIVERSIDAD
CESAR VALLEJO




SC: 1/5000

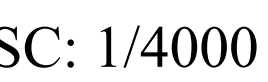


 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE CALLAO				INGENIERIA/DISEÑO	
TÍTULO: "EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RIO HUANCANÉ DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA HUANCANÉ - PUNO"					
PLANO: ORTOFOTO - RIO HUANCANE				Escala: IND.	
Autor: SAUL ALBERTO AREVALO VIDAL		Depto: PUNO	Prov: HUANCANE	Distrito: HUANCANE	
Tercero: Jhon David López Ochoa Vilca Jara, Melchor Irujo		C. P. I.: David Lopez@hotmail.com		Parcialidad: LURIATA	
Fecha: AGOSTO 2021		Observaciones:		Revisado:	

OF-02

 **UCV**
UNIVERSIDAD
CESAR VALLEJO

ESC : IND.



 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE CALLAO				INGENIERIA/DISEÑO	
TÍTULO : "EVALUACIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES DEL RÍO HUANCANE DE LA PARCIALIDAD LURIATA, PROVINCIA HUANCANÉ - PUNO"				GRUPO :	
PARA : ORTOFOTO - TERRENOS AGRÍCOLAS				ÍNDICE :	
AUTOR : SAMIR AUGUSTO AREVALO VIDAL		DPTO : PUNO	PROV : HUANCANE	DISTRITO : HUANCANE	
Tratado : New David, Lisa Orta Ylan Cza, Nilsael Torres		Correo : David_liga@hotmail.com		Parcialidad : LURIATA	
Fecha : - AGOSTO 2021		OBSERVACIONES :		Revisado :	